

**UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR**  
**SEDE ECUADOR**  
**COMITÉ DE INVESTIGACIONES**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

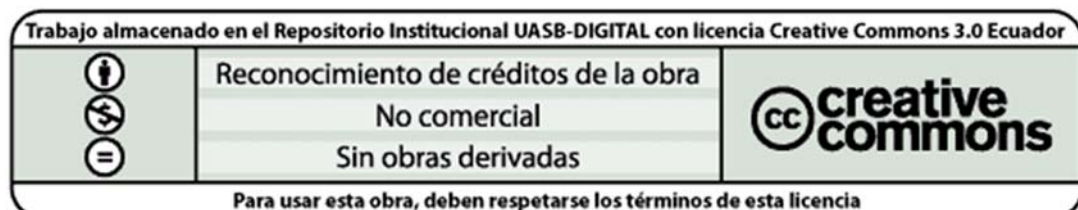
**Estudio de presencia de contaminantes (metales pesados y agrotóxicos) en agua, suelo y alimentos en los cantones Riobamba y Guano de la provincia de Chimborazo y su posible relación con el Espectro Autista.**

**INVESTIGADOR RESPONSABLE**

Orlando Manuel Felicita Nato

**Quito – Ecuador**

**2018**



## TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	4
2.1    Objetivo General: .....	4
2.2    Objetivos Específicos:.....	4
2.2.1    Identificar los contaminantes (metales pesados y agrotóxicos) presentes en agua, suelo y alimentos en los catones Guano y Riobamba, cuantificarlos y determinar las principales fuentes de origen. ....	4
2.2.2    Determinar si existe relación entre la exposición a metales pesados y agrotóxicos y la prevalencia del Trastorno del Espectro Autista. ....	4
3. Problemática .....	4
4. Metodología.....	5
5. Resultados.....	9
5.1 Metales pesados.....	9
5.1.1    Metales pesados en agua.....	9
5.1.2    Metales pesados en sedimento .....	15
5.1.3    Metales pesados en alimentos.....	20
5.2 Carbamatos.....	28
5.2.1    Carbamatos en agua.....	28
5.2.2    Carbamatos en sedimento. ....	29
5.2.3    Carbamatos en alimentos y vegetales .....	29
5.3 Organofosforados .....	31
5.3.1 Organofosforados en agua.....	31
5.3.2    Organofosforados en sedimento. ....	32
5.3.3    Organofosforados en alimentos. ....	33
5.4 Organoclorados .....	35
5.4.1    Organoclorados en agua.....	35

5.4.2	Organoclorados en sedimento.....	36
5.4.3	Organoclorados en alimentos.....	37
5.5	Parámetros físico químicos .....	38
5.6	Microorganismos.....	42
6.	Relaciones contaminación y autismo .....	44
7.	Límites.....	45
8.	Recomendaciones.....	46
9.	Conclusiones.....	47
10.	Referencias bibliográficas.....	49

## **Resumen ejecutivo**

Las relaciones de las poblaciones con los ríos cercanos es muy estrecha, pues estos generalmente son la fuente del recurso para las diferentes actividades de la zona, pero también se han convertido en receptores de desechos de toda actividad sin tratamiento alguno, convirtiéndose en potenciales fuentes de exposición a sustancias tóxicas descargadas al río, que mediante las diferentes actividades son incorporadas a la cadena alimentaria, se estudiaron residuos de agrotóxicos, metales pesados, y otros contaminantes, en el agua, sedimento y alimentos que se consumen en la zona, para intentar relacionar su presencia con la prevalencia trastorno del espectro autista TEA, se identificó la presencia de estos contaminantes, pero en concentraciones bajas en las matrices estudiadas, esto no permite concluir que existe una relación establecida entre exposición a sustancias tóxicas y TEA, ya que toda la población está expuesta a estos contaminantes, debido a la alta dependencia del agua del río en las diferentes actividades de la zona.

Palabras claves: exposición, sustancias toxicas, agrotóxicos, metales pesados, TEA.

## **Datos del autor**

Nombre: Orlando Manuel Felicita Nato.

C.I. 1709257537

Correo: orlando.felicita@uasb.edu.ec

Teléfono: 3228031 ext. 6202 / 0997588123

Dirección: James Sivewrigh E2112 y Javier Eguiguren. Quito Ecuador.

Ingeniero Químico, Escuela Politécnica Nacional, Magister en Salud con Enfoque de Ecosistemas, Universidad de Cuenca, Estudiante del Doctorado en Salud Ambiente y Sociedad en la Universidad Andina Simón Bolívar sede Ecuador, responsable del Laboratorio de Toxicología, del CILABSalud en la Universidad Andina Simón Bolívar. Experiencia de trabajo en Investigación de impacto de pesticidas en los Ecosistemas, impacto a la salud y el ambiente por exposición a sustancias tóxicas.

## **Agradecimientos**

Se agradece a la Universidad Andina por el apoyo financiero para la investigación: “Estudio de presencia de contaminantes (metales pesados y agrotóxicos) en agua, suelo y alimentos en los cantones Riobamba y Guano de la provincia de Chimborazo y su posible relación con el Espectro Autista”. A la Secretaria Nacional del Agua en Riobamba, por su apoyo y contribución específicamente al Ing. Paul Aucancela, así como también a la Cooperativa "Agrovida" Ecuador, Organización de Servicios Múltiples para el Desarrollo Local y Mundial, por su apoyo y colaboración en la ejecución del proyecto en la Ciudad de Guano, Ochoa Diana, Master, Estudiante de doctorado de la Universidad Andina Simón Bolívar – Sede Ecuador, por su apoyo en la investigación, Estefany Villamarin y Maria Luisa Espinoza, por su apoyo en los análisis de laboratorio.

## 1. Introducción

Existe una fuerte evidencia que los productos químicos industriales ampliamente diseminados en el medio ambiente son importantes contribuyentes a lo que se ha denominado PANDEMIA GLOBAL SILENCIOSA DE TOXICIDAD DEL NEURODESARROLLO. El desarrollo del cerebro humano es excepcionalmente vulnerable a las exposiciones tóxicas, entre las principales etapas de vulnerabilidad del desarrollo tenemos: el desarrollo en el útero, y la infancia (Grandjean. 2014. 330 - 332).

Entre los principales aportantes se mencionan productos químicos industriales, con características neurotóxicas que dañan el cerebro en desarrollo, tales como: plomo, metilmercurio, bifenilos policlorados, arsénico, tolueno, manganeso, flúor, clorpirifos, diclorodifeniltricloroetano, tetracloroetileno y los éteres de difenilo polibromados, pero no son los únicos, en este trabajo se estudia la presencia de agrotóxicos (organoclorados, organofosforados y carbamatos) y metales pesados (arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio y plomo), en diferentes matrices, algunos de estos productos también han sido considerados como sustancias neurotóxicas. En bajos niveles de exposición pueden causar daño cerebral permanente en etapas iniciales, pero tendrían poco o ningún efecto adverso en adultos. (Grandjean. 2014. 330 - 332) debido a que son capaces de alterar la transmisión neuronal y la formación de la red neuronal (Kajta, 2013, 1632).

Los niños son vulnerables a los efectos neurotóxicos por exposición a metales pesados y agrotóxicos, ya que sus cerebros aún están en desarrollo, esta vulnerabilidad es importante durante el periodo prenatal, ya que las barreras hematoencefálicas son inmaduras, y los procesos de crecimiento neuronal, la migración, la mielinización ocurren en fases específicas y rápidamente. Adicionalmente, las sustancias tóxicas pueden atravesar la barrera placentaria y acceder fácilmente al cerebro en desarrollo, interfiriendo con estos procesos importantes, que probablemente conduzcan a consecuencias adversas. (Abdullah et al. 2011. 929-931).

Existen evidencia que factores prenatales y exposiciones tempranas a contaminantes ambientales involucran efectos adversos en el desarrollo de los niños,

especialmente los relacionados con exposición a neurotóxicos, agrotóxicos y metales como el mercurio y el plomo, los cuales provocan trastornos del neurodesarrollo, se ha investigado residuos en sangre, orina, cabello y uñas, pero los datos obtenidos no permite conocer información de exposiciones anteriores, es decir la información aún está incompleta y la investigación avanza muy lento (Abdullah et al. 2011. 929-931)

Las sustancias toxicas como metales pesados y agrotóxicos son generalmente de origen antrópico, sus principales fuentes son: agricultura, minería, metalúrgica, fundición, incineración, transporte, y descargas residuales industriales a los ríos, que son la fuente principal del recurso hídrico para las diferentes actividades de la zona. Estudios relacionan la distancia de hogares en los que se registran casos de TEA y las fuentes potenciales de emisiones de sustancias toxicas organofosforados, piretroides y carbamatos, lo que se consideraría como exposición aguda, no se han registrado estudios sobre exposiciones crónicas y prevalencia de TEA. (Shelton, 2014, 1103 – 1104).

El presente trabajo se enfoca en el estudio de residuos de agrotóxicos: organoclorados, organofosforados y carbamatos, en agua, sedimento y alimentos de la zona y metales pesados, en relación al riesgo potencial que pueden representar en la salud humana, específicamente la incidencia en el trastorno del espectro autista TEA, una condición considerada como rara hasta hace no mucho tiempo, pero actualmente ha cambiado su estatus debido a los resultados arrojados por estudios epidemiológicos realizados en los Estados Unidos, actualmente se estima que 1 de cada 68 niños presentan TEA, estos niños provienen de todos los grupos sociales, étnicos, raciales, y económicos, pero se destaca que hay 5 veces más niños que niñas con TEA. (Fuentes et al. 2017), debido a exposición a estas sustancias toxicas de diferentes fuentes, agua de consumo, agua de riego y alimentos, relacionadas con el agua de los ríos Chibunga y Guano en los cantones Riobamba y Guano de la provincia de Chimborazo respectivamente.

Existen varios estudios relacionados con pesticidas, metales pesados y los trastornos del neurodesarrollo, además otras afecciones a la salud han sido publicados en los últimos años, continuamente se presentan evidencias claras de los impactos que estos productos ocasionan en la salud humana, específicamente de poblaciones vulnerables y el ambiente.



El uso de agrotóxicos presenta dos problemas principales, provoca alteraciones a la salud humana e impacto en el ambiente. El modelo de producción basado en el uso intensivo de sustancias tóxicas, ya que conforme pasa el tiempo el uso de agrotóxicos es mayor ya sea por la aparición de nuevas plagas o por la resistencia desarrollada por estas, lo que significa que las personas expuestas sean trabajadores (exposición directa) o moradores de las zonas cercanas (exposición indirecta), reciben cada vez dosis mayores, debido a la persistencia, las plantas y productos que han sido fumigados, pueden tener concentraciones residuales considerables, que dependiendo del tipo y concentración del producto pueden llegar al organismo, produciendo daño ya sea instantáneo (agudo) o a largo plazo (crónico). (Carneiro, 2015. 128).

Los metales pesados son sustancias tóxicas ambientales muy peligrosas. Sus características más comunes son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad, todo lo cual hace que se encuentren en los ecosistemas por largos periodos, ya que su degradación natural es difícil, estos se emplean en diferentes procesos industriales y agrícolas (algunos metales pesados están presentes en los agrotóxicos) a tal punto que hoy en día, muchos procesos no se conciben sin la presencia de metales, otras fuentes aportantes de metales pesados son la incineración de residuos, así como los incendios forestales, lo que implica el incremento importante de la concentración de estos en el ambiente, estos se incorporan fácilmente a ríos, aire, suelos y alimentos, causando graves problemas en la naturaleza, salud humana y la sociedad.

Entre los metales más conocidos y que se estudiaron en este trabajo tenemos: As, Hg, Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Mn, algunos de los cuales incluso en bajas concentraciones, pueden ser nocivos a la salud, provocando diferentes afecciones, incluso llegar a la muerte (Rodríguez, 2017).

Pese a que existen varios estudios sobre la presencia de residuos de sustancias tóxicas, en los sistemas hídricos, pocos o ninguno relacionan estos contaminantes con afecciones a la salud, peor hablar de impactos en el neurodesarrollo, incluso a nivel externo existe poca información limitada sobre este tema, se ha comprobado la importancia que tiene las exposiciones ambientales en la prevalencia del TEA,

específicamente la exposición a sustancias tóxicas como metales pesados, organoclorados y organofosforados (Kalkbrenner et al., 2014).

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo General:

Evaluar la presencia de contaminantes (metales pesados y agrotóxicos) en agua, suelo y alimentos de los cantones Riobamba y Guano de la provincia de Chimborazo y establecer su relación con la prevalencia del Trastorno del Espectro Autista (TEA).

### 2.2 Objetivos Específicos:

- 2.2.1 Identificar los contaminantes (metales pesados y agrotóxicos) presentes en agua, suelo y alimentos en los cantones Guano y Riobamba, cuantificarlos y determinar las principales fuentes de origen.
- 2.2.2 Determinar si existe relación entre la exposición a metales pesados y agrotóxicos y la prevalencia del Trastorno del Espectro Autista.

## 3. Problemática

El agua de los ríos GUANO Y CHIBUNGA son utilizadas en las diferentes actividades de las comunidades asentadas en las cercanías, estos cumplen doble función el abastecimiento del recurso para las diferentes actividades y la recepción de las descargas de aguas residuales.

Varios estudios a nivel mundial relacionan el TEA con la exposición a METALES PESADOS Y AGROTOXICOS, en el Ecuador no existen estudios relacionados. La provincia de Chimborazo presenta un alto índice de discapacidades, los casos de TEA se presentan en la zona urbana como rural, de acuerdo a estudios realizados por grupos de ayuda hasta hoy se han reportado 40 casos en Riobamba y 6 casos en Guano.

Las madres embarazadas al consumir el agua exponen a sus fetos a estos contaminantes incrementan la probabilidad de desarrollar TEA en sus hijos, de igual forma el resto de la población presentara afecciones a la salud relacionada con estos.

#### 4. Metodología

Se aplicó una metodología de investigación experimental, identificando los potenciales contaminantes presentes en la zona (cantones Guano y Riobamba de la provincia de Chimborazo), de acuerdo a las actividades realizadas, mediante revisión bibliográfica se identificó la presencia de agrotóxicos (organoclorados, organofosforados, y carbamatos), y metales pesados (Cr, Hg, Cu, Pb, Cd, y As) en la zona, a continuación se determinó la capacidad del Cilab para poder realizar estos estudios, y la definición de las matrices de estudio, identificándose tres matrices; agua (rio, riego, potable), sedimentos en rio, y alimentos, luego se contactó a actores clave de la zona, logrando establecer relaciones con AGROVIDA en Guano y SENAGUA en Riobamba, después de recorridos por la zona se establecieron los planes de muestreo para los ríos Guano Y Chibunga ya que estos son los receptores de las descargas de actividades sin tener tratamiento previo, las muestras de alimentos se estableció tomar las en el mercado mayorista en Riobamba y en algunas casas de Guano.

Las campañas de muestreo se realizaron durante los meses de enero y marzo del 2018, con la colaboración de representantes de las organizaciones mencionadas, se tomaron 15 muestras de agua en Guano y 14 muestras de agua en Riobamba, relacionadas con presiones contaminantes, desde el origen hasta el final del rio respectivo, durante el muestreo se levantó información necesaria para el estudio, en las tabla 1 y 2 se presentan los datos de muestreo. Adicionalmente se tomaron 3 muestras de sedimento en el rio Guano (Guano) y 7 en el Rio Chibunga (Riobamba), las muestras fueron trasladadas siguiendo la cadena de frio respectiva al laboratorio CILAB de la Universidad Andina Simón Bolívar en Quito, en el laboratorio se realizaron los análisis correspondientes de parámetros físico químicos y microbiológicos, residuos de agrotóxicos, metales pesados y carbamatos, aplicando las técnicas desarrolladas por el laboratorio, se aplicaron las técnicas: HACH, Absorción atómica, Cromatografía liquida, Cromatografía gaseosa y Placas petrifilm, desarrolladas en el laboratorio.

En el cantón Guano se tomaron muestras de alimentos en los hogares, en las que se aplicó una encuesta que permitirá establecer relaciones con fuentes de exposición a contaminantes, se tomaron muestras en tres casas, estas fueron de papa, tomate, guineo, durazno, uva, brócoli, cebolla, machica. En el cantón Riobamba se tomaron muestras de

papa, lechuga, culantro, perejil, acelga, vainita, cebolla, pimienta, zanahoria, arveja, haba, melloco, frejol, tomate y frutilla, en el mercado mayorista, las muestras de igual forma fueron trasladadas a Quito siguiendo la cadena de custodia, en el laboratorio se realizaron los análisis de parámetros microbiológicos, residuos de agrotóxicos, metales pesados y carbamatos, aplicando las técnicas desarrolladas por el laboratorio, se aplicaron las técnicas: Absorción atómica, Cromatografía líquida, Cromatografía gaseosa y Placas petrifilm, desarrolladas en el laboratorio.

Para la interpretación de los resultados se tomaron como referencia las normas ambientales vigentes en el país cuando fue posible en otros casos se aplicó normas internacionales, para alimentos se aplicó la NORMA GENERAL PARA LOS CONTAMINANTES Y TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS; así como también en EL CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO (CAA), para los sedimentos se aplicó LA NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, para agua se aplicó, LA NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.

**Tabla 1. REGISTRO PUNTOS DE MUESTREO RIO GUANO  
PYTO. ESTUDIO DE PRESENCIA DE CONTAMINANTES EN AGUA, SUELO Y ALIMENTOS EN LOS  
CANTONES RIOBAMBA Y GUANO. PROV. CHIMBORAZO  
Y SU POSIBLE RELACION CON EL ESPECTRO AUTISTA**

CANTON  
GUANO

UASB - AGROVIDA

NO.	COD.	SITIO	FECHA	HORA	TA °C	H rel %	N	E	T °C	pH	CE uS/cm	TDS mg/l	OBSERVACIONE S
1	RG001	Fuentes de Llio	03/01/2018	9:44	17,10	20,00%	9'826.976	754.298	12,30	6,91	297	184,6	Zona alta
2	RG002	Punto de Salud La Josefina	03/01/2018	10:15	17,80	20,00%	9'825.952	754.898	14,90	6,03	298	178,5	San Isidro, Punto de salud La Josefina, Agua Potable
3	RG003	Puente de La Josefina	03/01/2018	10:45	16,40	20,00%	9'825.174	754.760	17,30	7,19	370	204	Descarga la Josefina. Sol, Botadero de carne y basura de agrotóxicos
4	RG004	Puente de San Isidro	03/01/2018	11:30	18,80	20,00%	9'824.690	756.223	17,20	7,34	448	249	Sol, Vacas
5	RG005	Subcentro de Salud de San Isidro	03/01/2018	11:45	22,50	20,00%	9'824.594	756.578	17,20	7,08	922	535	Agua potable. Sal 0,5. Electrodo de conductividad falla
6	RG006	Subcentro de Salud de San Andrés	03/01/2018	12:43	22,00	20,00%	9'823.941	755.876	17,00	6,43	583	330	Agua potable, Sal 0,3 Sigue la falla
7	RG007	Después del poblado de San Andrés	03/01/2018	13:36	23,30	20,00%	9'823.311	757.668	19,60	8,27	491	267	Sal 0,2. Agua de Río Guano. Luego vacas del poblado de San Andrés. Canal de Riego hacienda
8	RG008	Colegio Pérez Guerrero. Entrada a Guano	03/01/2018	14:13	23,90	20,00%			20,50	8,56	579	311	Sal 0,3. Se ve que hubo crecida. Sedimento

9	RG009	Luego de Curtiembre El Arce y Lavanderías	03/01/2018	14:56	23,40	20,00%	9'821.076	762.649	16,90	7,11	517	300	Sal 0,3. Hay aporte de agua de vertiente. Luego del El Alce y Lavanderías
10	RG010	Agua Potable Centro Guano	03/01/2018	15:10	24,50	20,00%	9'821.048	762.610	18,8	6,9	423	250	Centro de Guano. Sal 0,2 Barrio La Magdalena
11	RG011	Hostería El Edén, luego de hilandería Guijarro	03/01/2018	15:41	19,90	20,00%			16,1	7,7	550	324	Sedimento. Sal 0,3 Luego de Hilandería Guijarro
12	RG012	Centro de Salud de Guano	03/01/2018	16:15	21,40	20,00%			17,8	6,96	447	249	Agua Potable. Sal 0,3 Centro de Salud de Guano
13	RG013	Canal de Riego Chipungales	03/01/2018	16:38	18,20	20,00%	9'822.471	767.361	18	7,61	750	425	Luego de la población de Guano, Sal 0,4. Agua Contaminada, Canal de Riego
14	RG014	Agua potable barrio Yuigán Los Elenes	03/01/2018	16:59	19,60	20,00%	9'820.673	765.860	20,3	7,16	1257	684	Agua bombeada de consumo humano, Sal 0,7, Se bombea de vertiente en Balneario Los Elenes.
15	RG015	Puente de Cubijies Unión del Río Guano con Río Chambo	03/01/2018	17:31	17,80	21,00%	9'817.974	768.513	19,4	8,28	1223	678	Sal 0,7 Descargas residuales de Cubijies

## 5. Resultados

Evaluación de residuos de sustancias tóxicas en agua, se realizó el muestreo y análisis de 15 muestras de agua en Guano en 3 de enero del 2018 y 14 muestras de agua en Riobamba el 13 de marzo del 2018, 10 muestras de sedimento 3 correspondientes al río Guano y 7 al río Chibunga, se identificó la presencia de agrotóxicos: organoclorados, organofosforados y carbamatos y metales pesados, adicionalmente se realizó el análisis físico químico y microbiológico de las muestras recolectadas.

También se analizó los mismos parámetros en muestras de alimentos en los dos sectores. Riobamba: Papa, lechuga, culantro, perejil, acelga, vainita, cebolla, pimienta, zanahoria, arveja, haba, melloco, frejol, tomate y frutilla. Guano: Guineo, tomate, durazno, papa, uva, brócoli, cebolla y machica, no se realizó análisis físico químico de alimentos, se identificó la presencia de estos contaminantes las diferentes muestras.

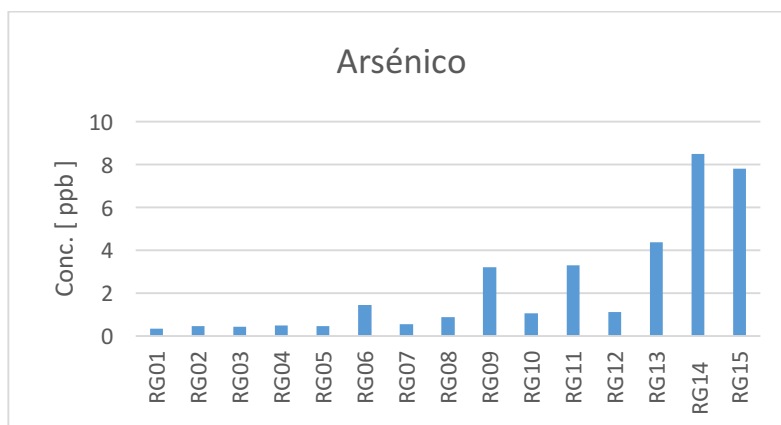
### 5.1 Metales pesados

Se realizó el análisis de los metales pesados de acuerdo a la técnica desarrollada en el laboratorio, siguiendo las recomendaciones del proveedor de los equipos, y lo estipulado en el Standard Methods de APHA y EPA Method 200.9, desde el pretratamiento de la muestra hasta el análisis en el Espectrómetro de Absorción Atómica (EAA), para arsénico y mercurio se utilizó la técnica de generador de hidruros; para cadmio, cromo y plomo horno de grafito; y para cobre la técnica de llama. Los datos de concentración máxima permisible se encuentran basados en la NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI ANEXO 1, tabla 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional y tabla 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola, se estudiaron: Cr, Hg, Cu, Pb, Cd, y As.

#### 5.1.1 Metales pesados en agua

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el análisis de agua, en el río Guano no se identificó la presencia de plomo en las muestras tomadas.

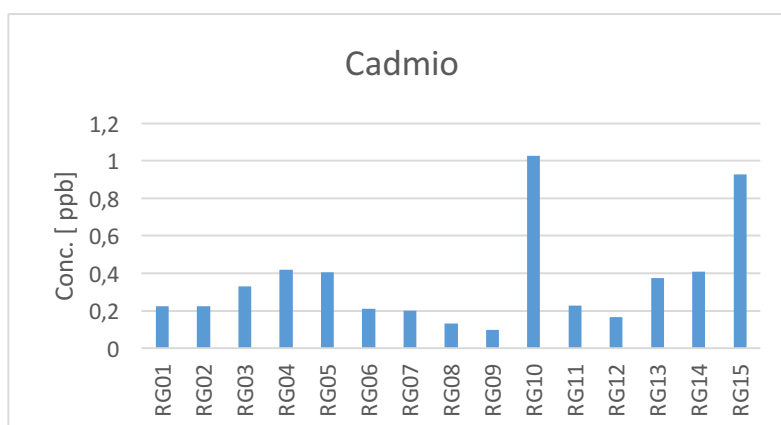
Figura 1. Resultados análisis de Arsénico río Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 1 se identificó la presencia de arsénico en todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.1ppm (100ppb), el valor mínimo fue de 0.330 ppb en la zona alta del río, fuentes de Llio, y el máximo de 8,473 ppb en la zona baja, sector de los Elenes.

Figura 2. Resultados análisis de Cadmio río Guano

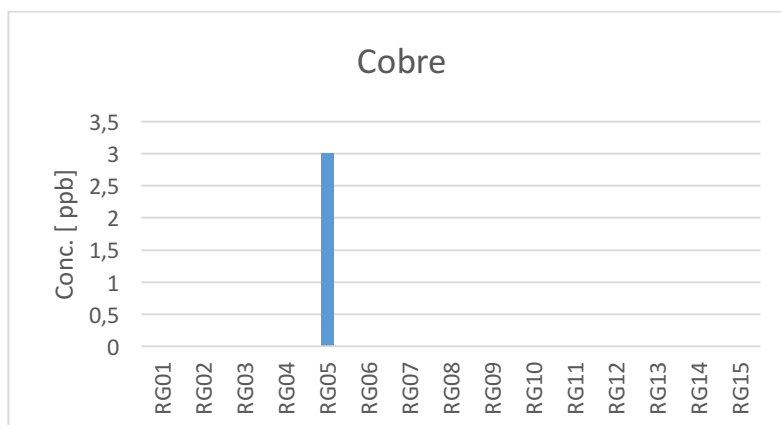


Fuente: CILABSalud

En la figura 2 se identificó la presencia de cadmio en todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.01ppm (10ppb), el valor mínimo fue de 0.097 ppb en la zona de curtiembre el Alce, y el máximo de 1.026 ppb en el centro de Guano (agua potable).



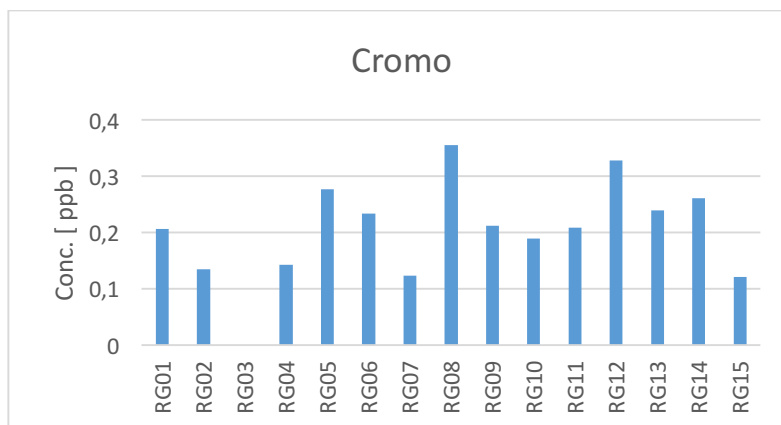
Figura 3. Resultados análisis de Cobre rio Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 3 se muestran los resultados de la presencia de cobre en el Subcentro de Salud sector San Andrés, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 1 del TULSMA, de 2ppm (2000ppb), el valor fue de 3 ppb.

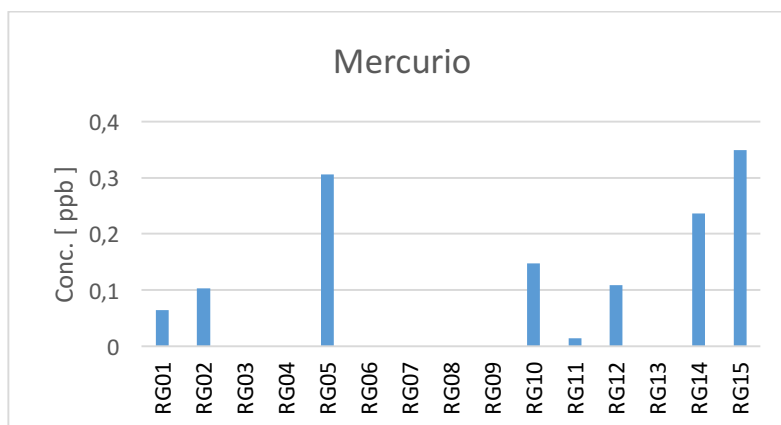
Figura 4. Resultados análisis de Cromo rio Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 4 se identificó la presencia de cromo en casi todos los puntos de muestreo, excepto el punto correspondiente al puente La Josefina, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.1ppm (100ppb), el valor mínimo fue de 0.121 ppb en la zona baja del río, desembocadura del río, y el máximo de 0.356 ppb en la zona del colegio Pérez Guerrero (entrada a Guano).

Figura 5. Resultados análisis de Mercurio rio Guano

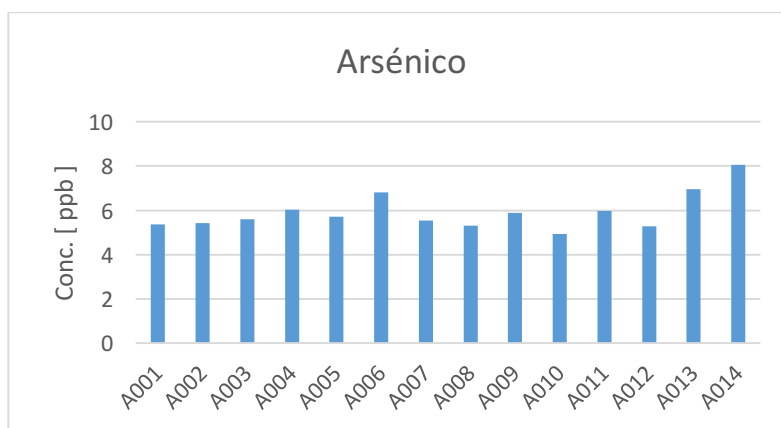


Fuente: CILABSalud

En la figura 5 se presentan los datos de mercurio, 8 muestras dieron positivo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.001ppm (1ppb), el valor mínimo fue de 0.015 ppb en la zona de la hostería El Edén, zona baja, y el máximo de 0.349 ppb en la zona baja, sector de puente de Cubijies.

En el rio Chibunga no se identificó la presencia de cobre,

Figura 6. Resultados análisis de Arsénico rio Chibunga

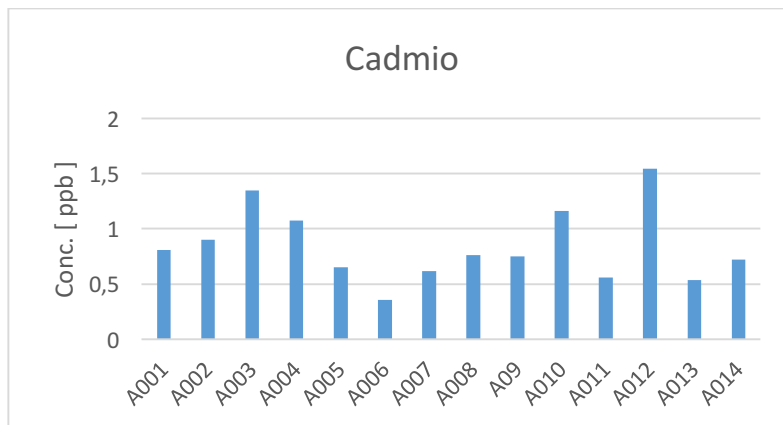


Fuente: CILABSalud

En la figura 6 se identificó la presencia de arsénico en todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.1ppm (100ppb), el valor mínimo fue de 4.949 ppb en la zona

del parque ecológico, y el máximo de 8,056 ppb en la zona baja, sector de la unión del río colorado.

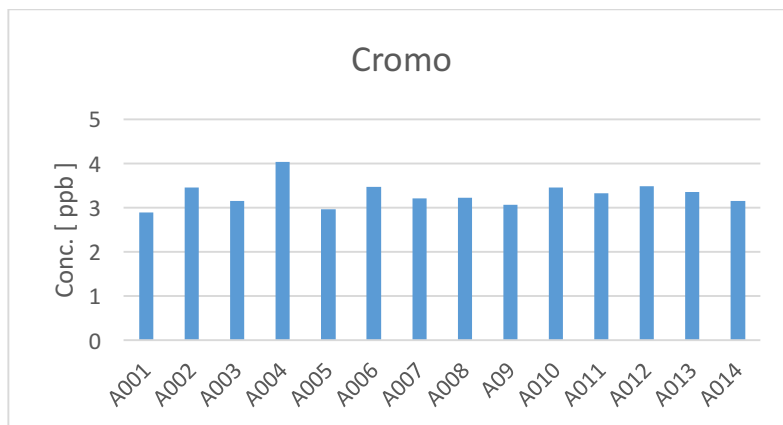
Figura 7. Resultados análisis de Cadmio río Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 7 se identificó la presencia de cadmio todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.01ppm (10ppb), el valor mínimo fue de 0.359 ppb en la zona del puente de la Armenia, y el máximo de 1.543 ppb en la zona del puente de entrada San Luis.

Figura 8. Resultados análisis de Cromo río Chibunga

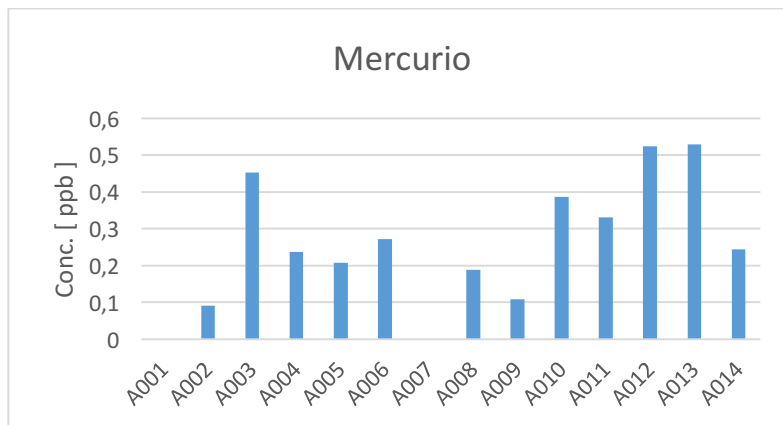


Fuente: CILABSalud

En la figura 8 se identificó la presencia de cromo en todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del

TULSMA, de 0.1ppm (100ppb), el valor mínimo fue de 2.884 ppb en la zona alta río Chimborazo, y el máximo de 4.033 ppb en la zona del puente Gatazo.

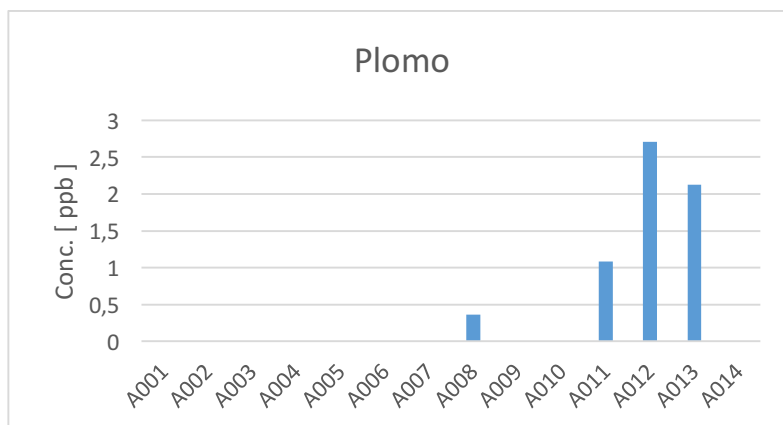
Figura 9. Resultados análisis de Mercurio río Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 9 se presentan los datos de mercurio, 3 muestras no dieron positivo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.001ppm (1ppb), el valor mínimo fue de 0.092 ppb en la zona del río Cajabamba, zona alta, y el máximo de 0.529 ppb en la zona baja, sector de puente de salida de San Luis.

Figura 10. Resultados análisis de Plomo río Chibunga



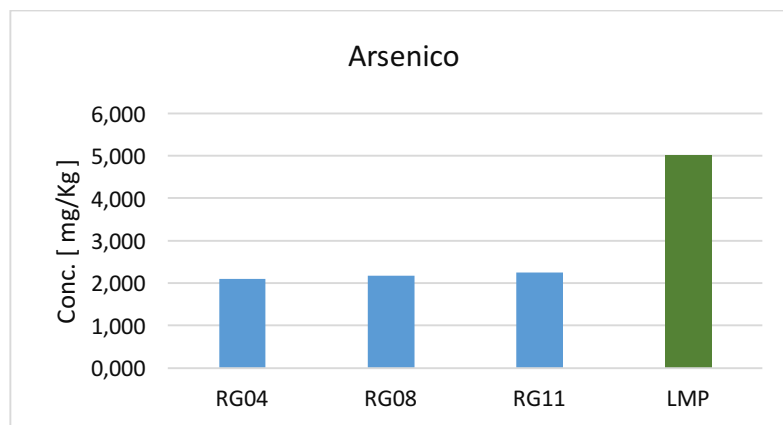
Fuente: CILABSalud

En la figura 10 se identificó la presencia de plomo en 4 muestras, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 6 del TULSMA, de 0.05ppm (50ppb), el valor mínimo fue de 0.361 ppb en la zona de la toma del sistema de riego Tambo – Guano, y el máximo de 2,711 ppb en la zona baja, sector puente de entrada a San Luis.

#### 5.1.2 Metales pesados en sedimento

Los resultados obtenidos en el análisis de sedimentos se presentan a continuación, los valores se compararon respecto a LA NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS LIBRO VI ANEXO 2, tabla 2, no se identificó la presencia de mercurio en los dos ríos estudiados.

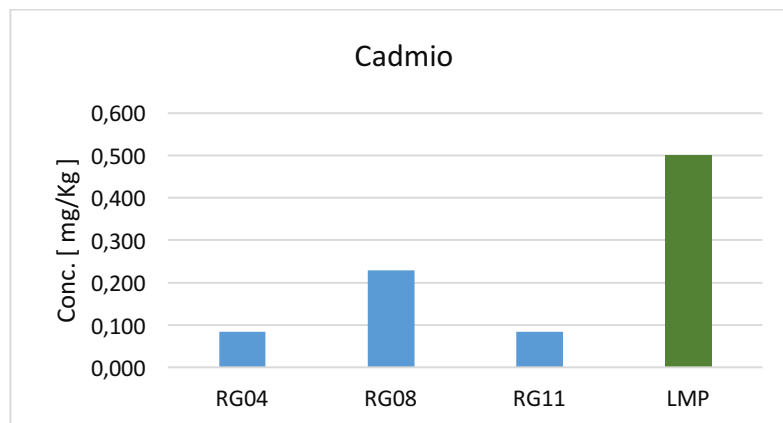
Figura 11. Resultados análisis de Arsénico en sedimento río Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 11 se muestran los resultados del análisis de arsénico en muestras de sedimento del río Guano, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2, de 5ppm, el valor mínimo fue de 2.092 ppm en la zona puente del Río San Isidro, y el máximo de 2.24 ppm en la zona baja, sector hostería El Edén.

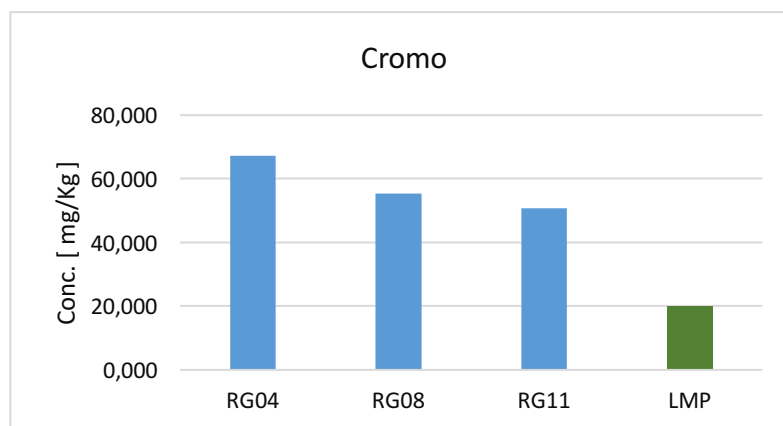
Figura 12. Resultados análisis de Cadmio en sedimento rio Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 12 se identificó la presencia de cadmio en todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2, de 0.5 ppm, el valor mínimo fue de 0.085 ppm en la zona del puente de la Armenia, y el máximo de 0.229 ppm en el sector del Colegio Pérez Guerrero.

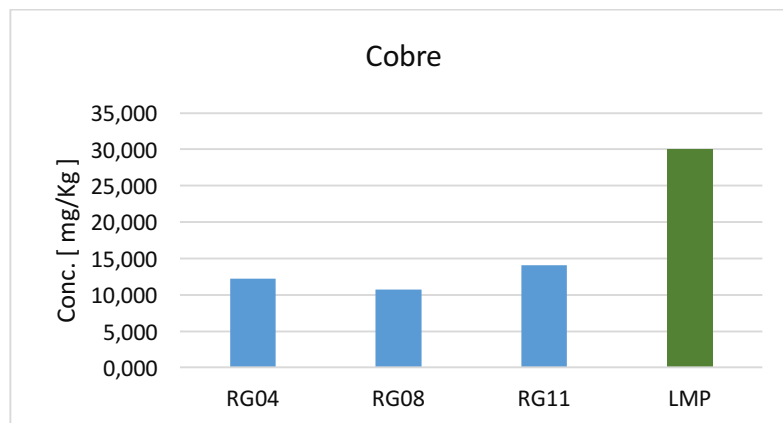
Figura 13. Resultados análisis de Cromo en sedimento rio Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 13 se identificó la presencia de cromo en todos los puntos de muestreo, los niveles sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia. Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2 de 20 ppm, esto indica la presencia de actividades textiles o industria del cuero.

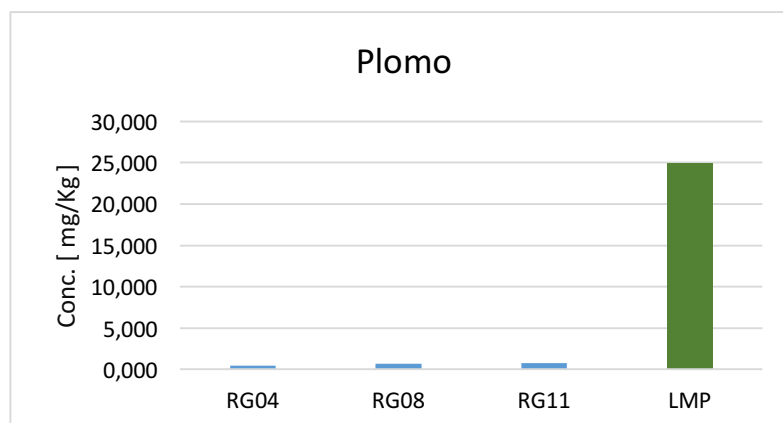
Figura 14. Resultados análisis de Cobre en sedimento rio Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 14 se presentan los datos de cobre, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2 de 30 ppm el valor mínimo fue de 10,638 ppm en la zona del colegio Pérez Guerrero, y el máximo de 14,109 ppm en la zona baja, sector de la hostería El Edén.

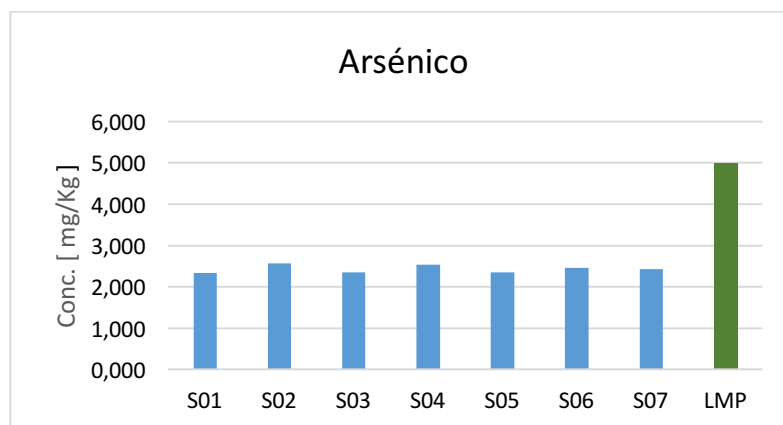
Figura 15. Resultados análisis de Plomo en sedimento rio Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 15 se identificó la presencia de plomo en 4 muestras, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2 de 25 ppm, el valor mínimo fue de 0.497 ppm en la zona del puente de San isidro, y el máximo de 0.758 ppm en la zona baja, sector de la hostería El Edén.

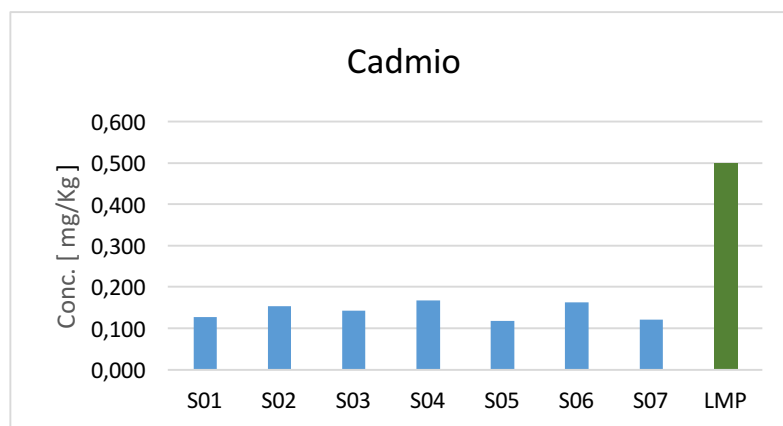
Figura 16. Resultados análisis de Arsénico en sedimento río Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 16 se muestran los resultados del análisis de arsénico en muestras de sedimento del río Chibunga, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2, de 5ppm, el valor mínimo fue de 2.345 ppm en la zona puente de la Armenia, y el máximo de 2.572 ppm en la zona alta, sector Gatazo.

Figura 17. Resultados análisis de Cadmio en sedimento río Chibunga

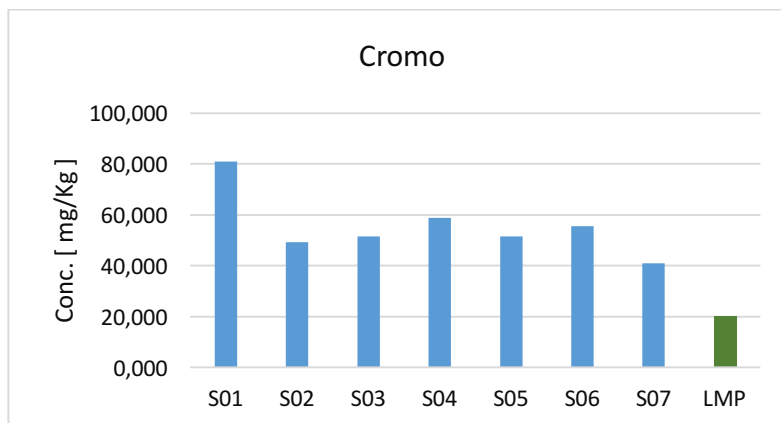


Fuente: CILABSalud

En la figura 17 se identificó la presencia de cadmio en todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2, de 0.5 ppm, el valor mínimo fue de 0.118 ppm en la zona del puente de la Armenia, y el máximo de 0.167 ppm en el sector de invernaderos.



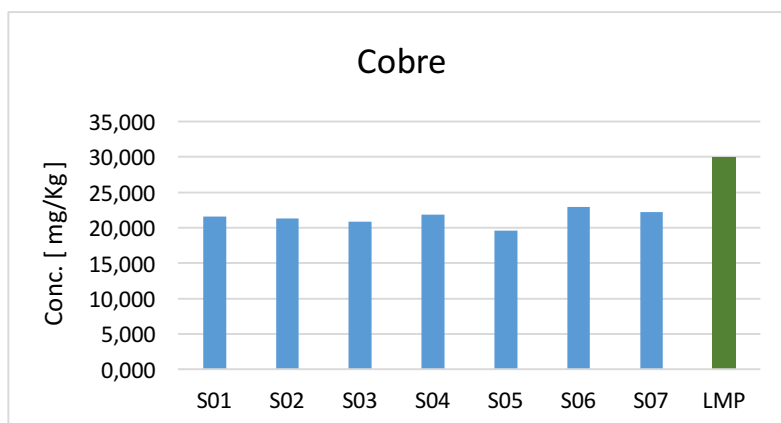
Figura 18. Resultados análisis de Cromo en sedimento rio Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 18 se identificó la presencia de cromo en todos los puntos de muestreo, los niveles sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia. Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2 de 20 ppm, esto indica la presencia de actividades textiles o cuero, los valores promedian entre 50 y 80 ppm.

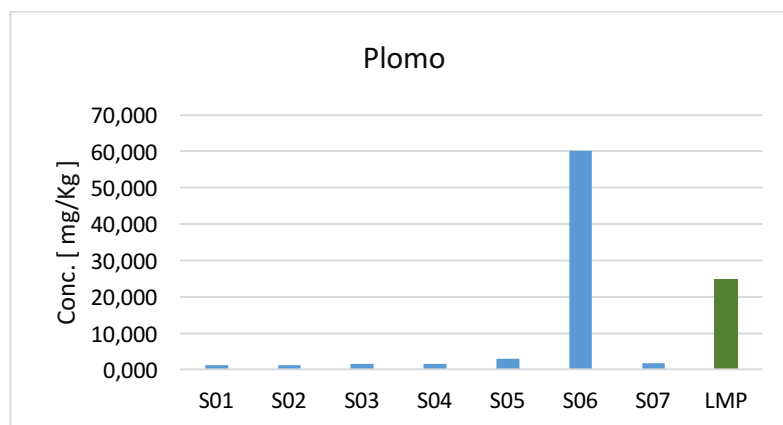
Figura 19. Resultados análisis de Cobre en sedimento rio Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 19 se presentan los datos de cromo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2 de 30 ppm el valor mínimo fue de 19.597 ppm en la zona del parque ecológico, y el máximo de 22.955 ppm puente de San Luis.

Figura 20. Resultados análisis de Plomo en sedimento rio Chibunga



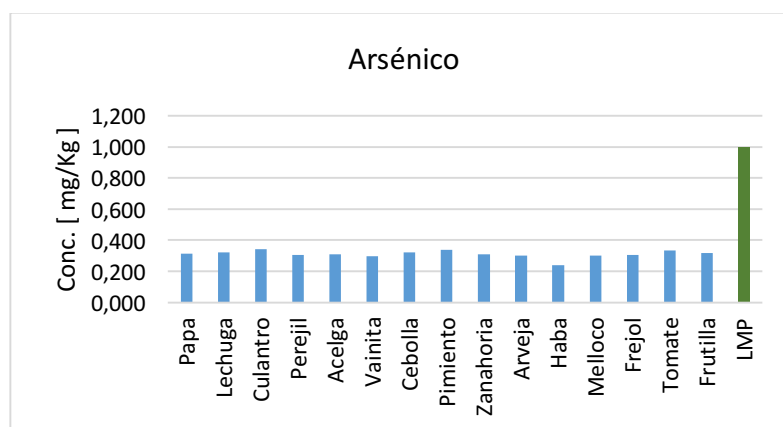
Fuente: CILABSalud

En la figura 20 se identificó la presencia de plomo en todas las muestras analizadas, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia Tabla 2 del LIBRO VI ANEXO 2 de 25 ppm, excepto el punto del puente de San Luis 60 ppm, el valor mínimo fue 1.289 ppm en la zona alta, rio Chimborazo.

### 5.1.3 Metales pesados en alimentos

Los resultados obtenidos en el análisis de alimentos sin procesar (vegetales y machica) presentan a continuación, los valores e compararan respecto a NORMA GENERAL PARA LOS CONTAMINANTES Y TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS; así como también en EL CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO (CAA), no se identificó la presencia de mercurio.

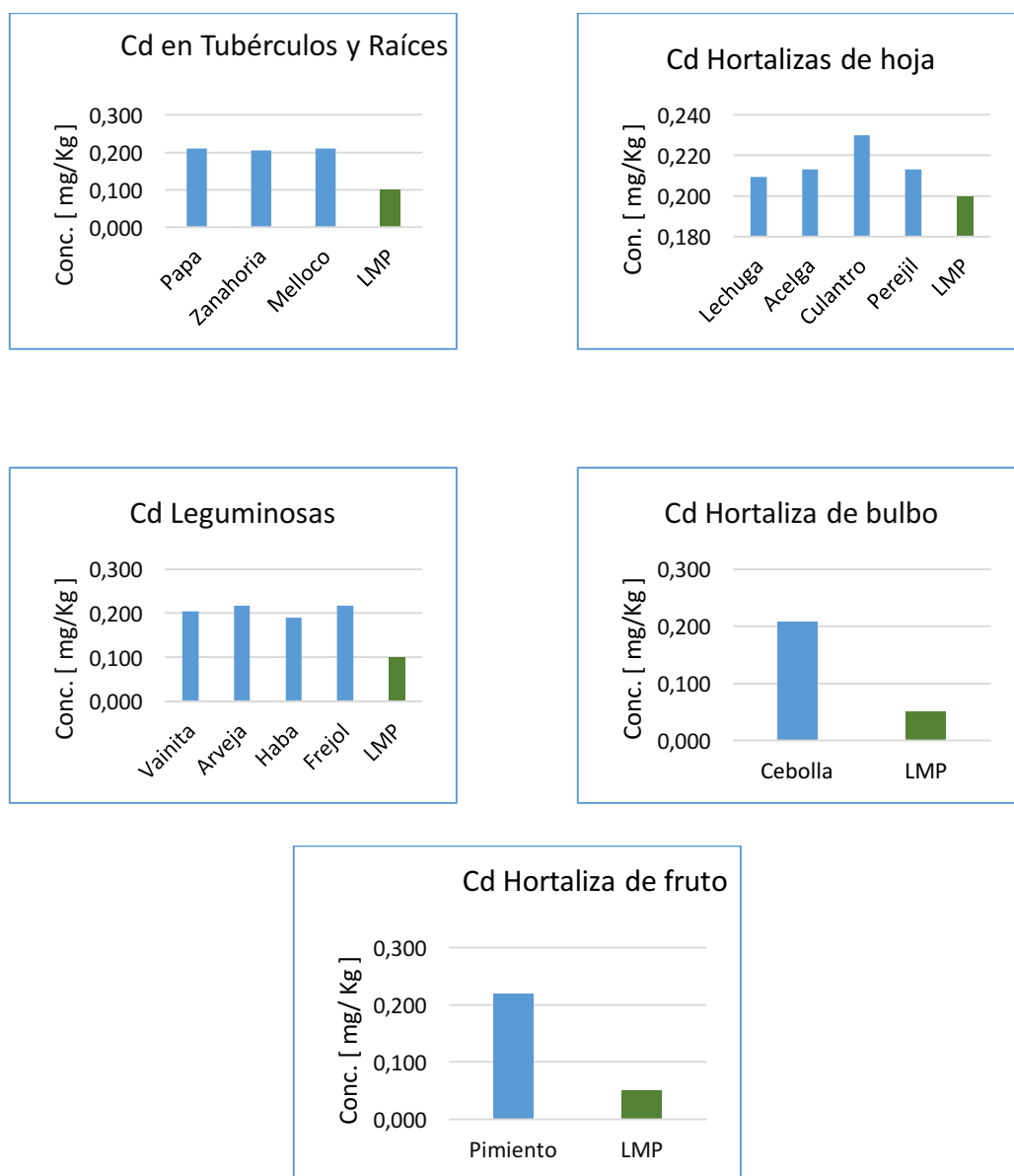
Figura 21. Resultados análisis de Arsénico en alimentos rio Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 21 se identificó la presencia de arsénico en todos los puntos de muestreo, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia de 1ppm (1000ppb), el valor mínimo fue de 0.239 ppm en haba, y el máximo de 0.344 ppm en culantro.

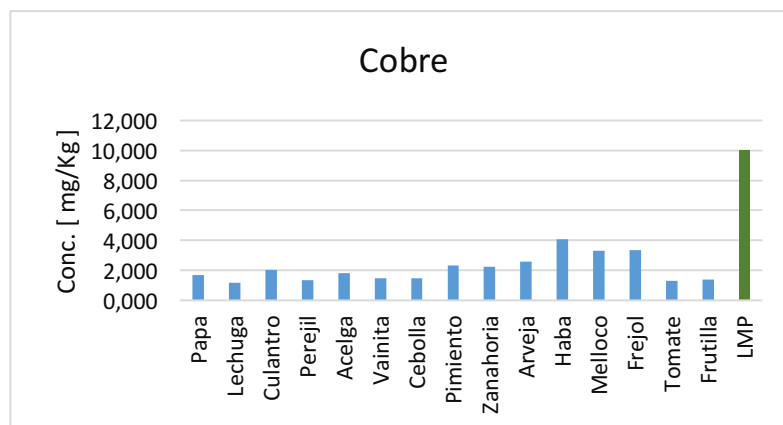
Figura 22. Resultados análisis de Cadmio en alimentos rio Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 22 se identificó la presencia de cadmio en todas las muestras tomadas, los niveles sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia, hasta llegar a 4 veces el valor de la norma.

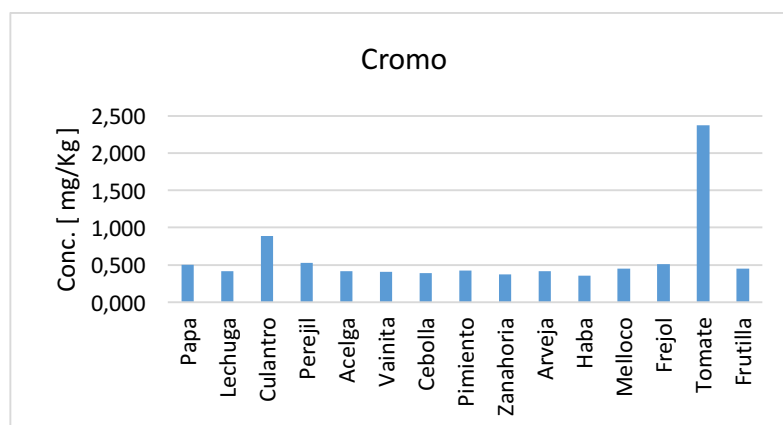
Figura 23. Resultados análisis de cobre en alimentos rio Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 23 se identificó la presencia de cobre en todas las muestras analizadas, los niveles encontrados, no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia de 10ppm el valor mínimo fue de 1.158 ppm en lechuga, y el máximo de 4.075 ppm en haba.

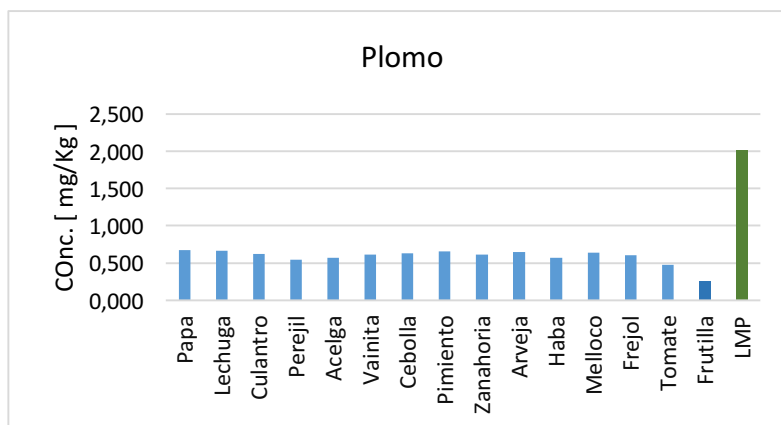
Figura 24. Resultados análisis de cromo en alimentos rio Chibunga



Fuente: CILABSalud

En la figura 24 se identificó la presencia de cromo en todas las muestras analizadas, los niveles encontrados, no se tiene información sobre límites de referencia de este metal, el valor mínimo fue de 0.376 ppm en zanahoria, y el máximo de 2.369 ppm en tomate.

Figura 25. Resultados análisis de plomo en alimentos rio Chibunga

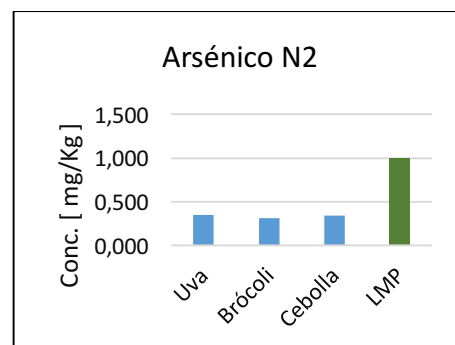
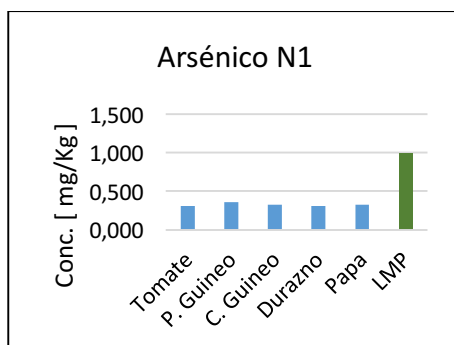


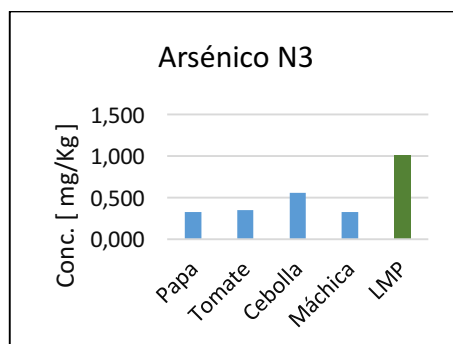
Fuente: CILABSalud

En la figura 25 se identificó la presencia de plomo en todas las muestras analizadas, los niveles encontrados, no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia de 2ppm el valor mínimo fue de 0.249 ppm en frutilla, y el máximo de 0.676 ppm en papa.

Las muestras en el Cantón Guano se tomaron en tres casas correspondientes a niños con TEA, los cuales se identificaron como N1, N2 y N3.

Figura 26. Resultados análisis de Arsénico en alimentos rio Guano

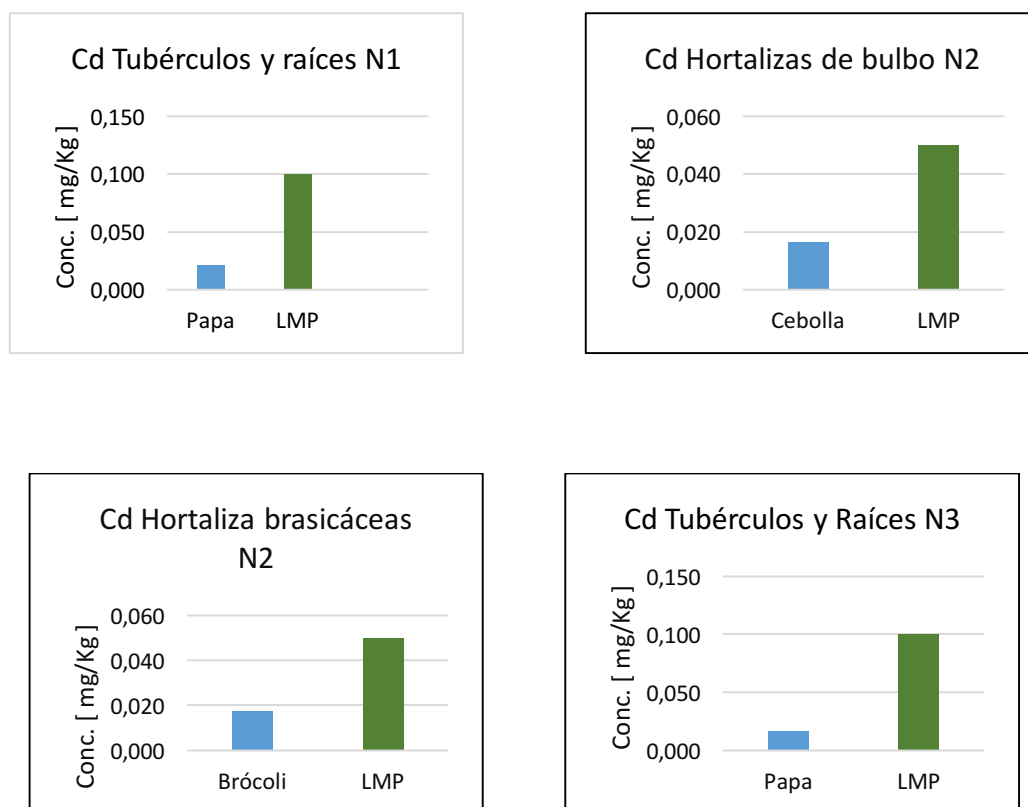


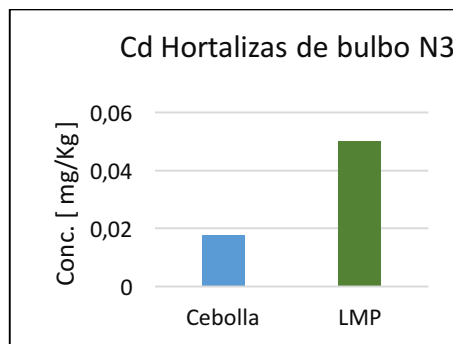


Fuente: CILABSalud

En la figura 26 se identificó la presencia de arsénico en todas las muestras analizadas, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia de 1ppm (1000ppb), los valores varían de 0.309 a 0.56 ppm.

Figura 27. Resultados análisis de Cadmio en alimentos rio Guano

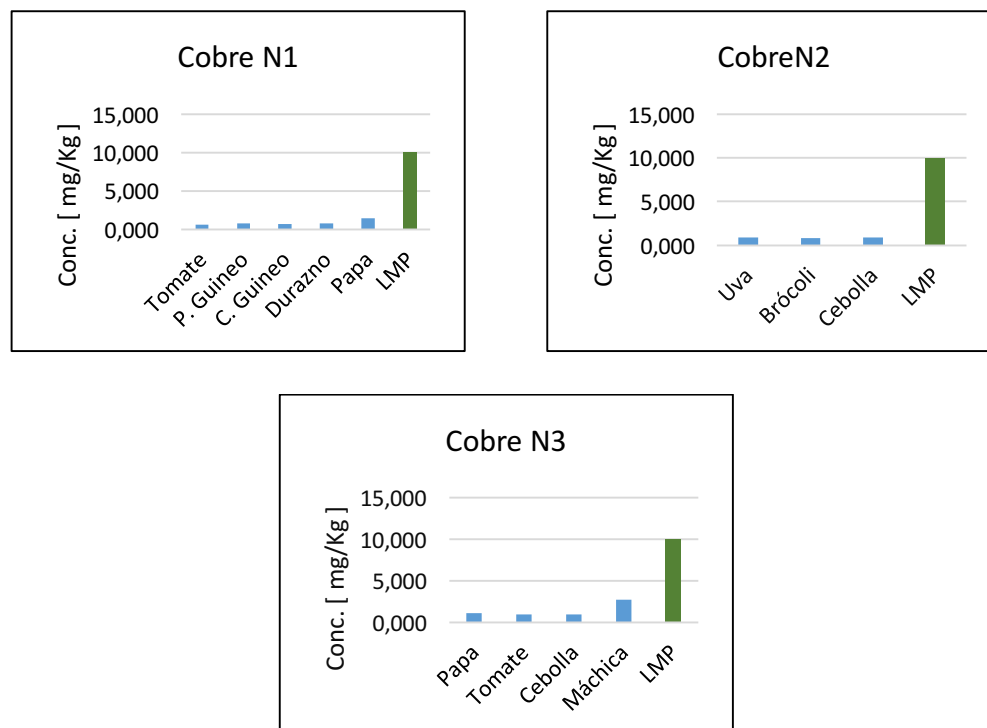




Fuente: CILABSalud

En la figura 27 se identificó la presencia de cadmio en todas las muestras analizadas, los niveles no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia, los valores se encuentran entre 0.16 y 0.21 ppm.

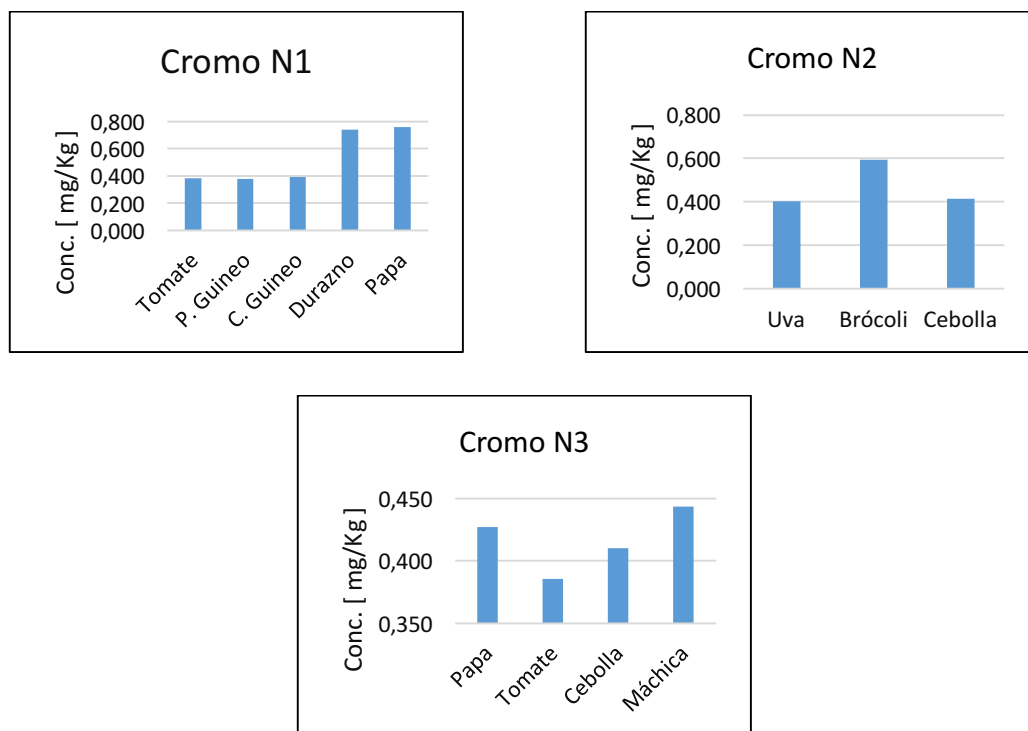
Figura 28. Resultados análisis de cobre en alimentos rio Guano



Fuente: CILABSalud

En la figura 28 se identificó la presencia de cobre en todas las muestras analizadas, los niveles encontrados, no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia de 10ppm, el rango de niveles es 0.64 a 2.70 ppm.

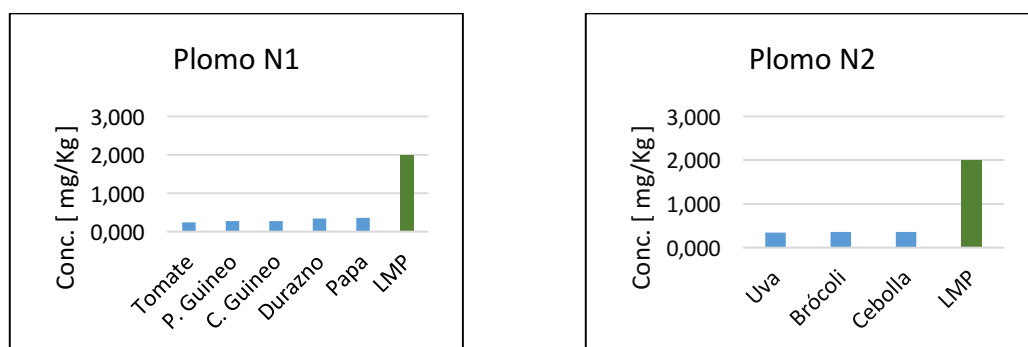
Figura 29. Resultados análisis de cromo en alimentos rio Guano



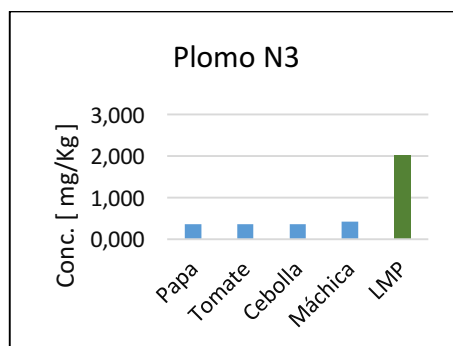
Fuente: CILABSalud

En la figura 29 se identificó la presencia de cromo en todas las muestras analizadas, no se tiene información sobre límites de referencia de este metal, el rango de concentración encontrado esta entre 0.38 y 0.76 ppm.

Figura 30. Resultados análisis de plomo en alimentos rio Guano







Fuente: CILABSalud

En la figura 30 se identificó la presencia de plomo en todas las muestras analizadas, los niveles encontrados, no sobrepasan los límites establecidos en la norma de referencia de 2ppm, los niveles encontrados están en 0.25 a 0.41 ppm.

En la mayoría de las muestras se identificaron residuos de metales pesados, los valores en agua no sobrepasan los límites establecidos en la normativa nacional, en sedimentos, se identificó que el plomo y cadmio son mayores a lo establecido en la norma, y en alimentos se identificó, el Cadmio con valores 4 veces superiores a los límites establecidos en la norma de referencia.

Las aguas son utilizadas en diferentes actividades de la zona, principalmente agrícolas, entonces pese a que los niveles inferiores a los establecidos en la norma, estos pueden ser incorporados a la cadena trófica mediante los alimentos, lo que se ratifica al identificar su presencia en los alimentos, pocos son los alimentos que no presentan estos contaminantes en diferentes concentraciones, los metales pesados son considerados como sustancias tóxicas ya que inclusive en bajos niveles pueden causar afecciones a la salud humana.

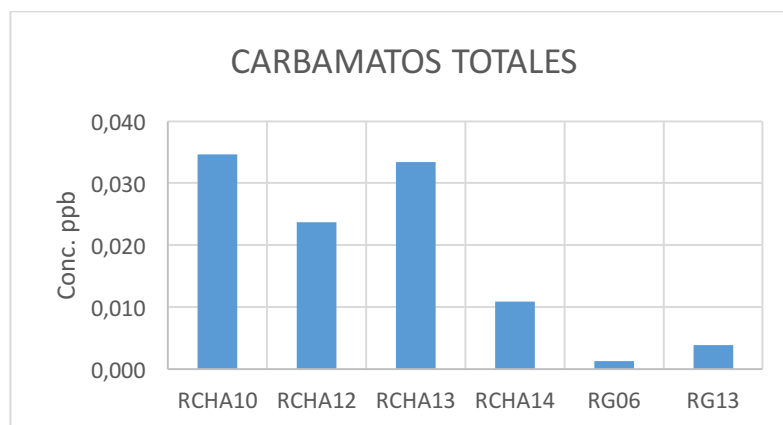
No se puede desestimar la presencia de los metales en bajas concentraciones ya que su poder de bioacumulación y la imposibilidad de biodegradar los caracterizan como sustancias tóxicas y se incorporan fácilmente a la cadena alimentaria.

## 5.2 Carbamatos

Se estudió la presencia de residuos de agrotóxicos carbamatos, aldicarb sulfone, aldicarb sulfoxide, carbaryl, carborufan, 3-hydroxycarbofuran, methiocarb, methomyl, oxamyl, propoxur (baygon), utilizando como referencia el estándar 531.1 Carbamate Mix, de Supelco. Se identificó la presencia de propoxur, carbofuran aldicarb y carbaryl en niveles inferiores a lo determinado por la NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI ANEXO 1, tabla 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola, lo que evidencia el uso de esta clase de agrotóxicos en las actividades de la zona, a continuación se presenta los resultados.

### 5.2.1 Carbamatos en agua.

Figura 31. Resultados análisis de Carbamatos en agua rio Guano (RG) y rio Chibunga (RCH)



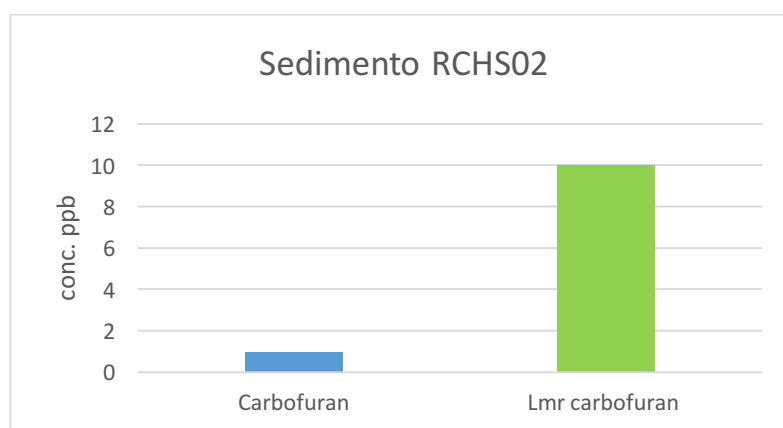
Fuente: CILABSalud

En la figura 31 se observa los niveles de residuos de carbamatos van de 0.004 a 0.035 ppb, existiendo mayor presencia en el rio Chibunga, la zona corresponde al área de producción agrícola, los productos identificados carbofuran, aldicarb y carbaryl son de uso mayoritario en agricultura, mientras que el propoxur (Baygon) es de uso doméstico, confirmándose que el rio es el recolector de todos los residuos de las actividades de la zona, los valores son inferiores a 100 ppb, límite máximo permitido en el TULSMA.

### 5.2.2 Carbamatos en sedimento.

Se realizó el análisis de residuos de carbamatos en los sedimentos, los resultados se compararan con la Tabla 3. Criterios de Remediación o Restauración del Suelo, NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS LIBRO VI ANEXO 2, debido a que en la normativa nacional no se consideran niveles de estos contaminantes en sedimentos.

Figura 32. Resultados análisis de Carbamatos en sedimento rio Guano (RG) y rio Chibunga (RCH)



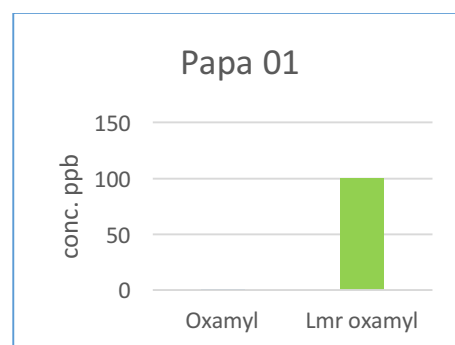
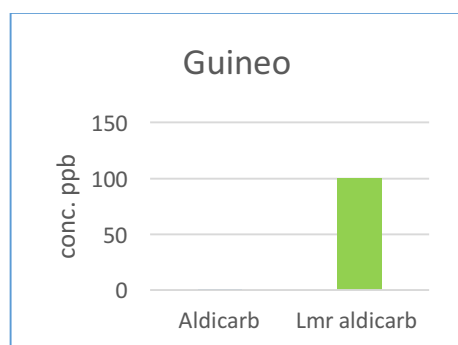
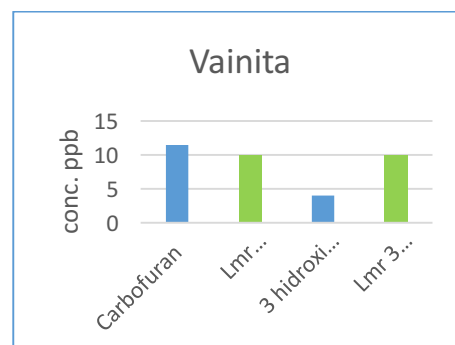
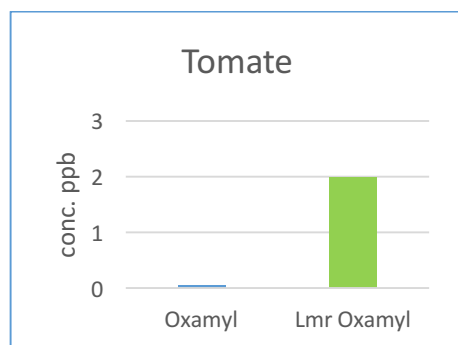
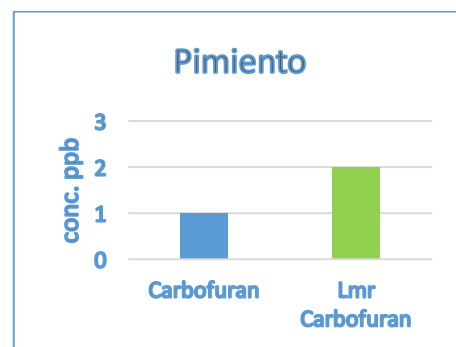
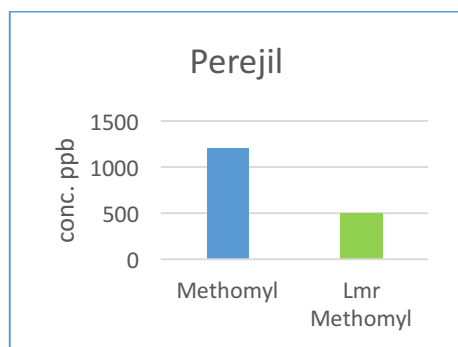
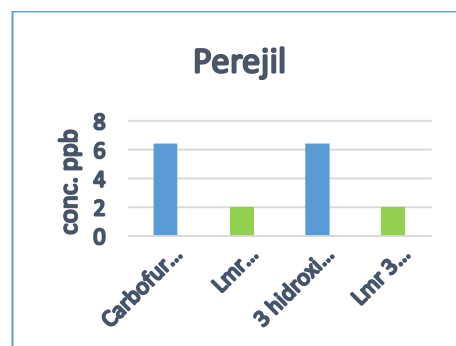
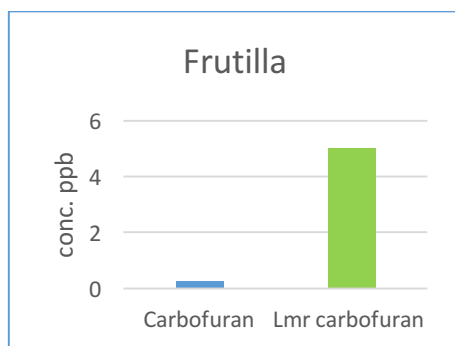
Fuente: CILABSalud

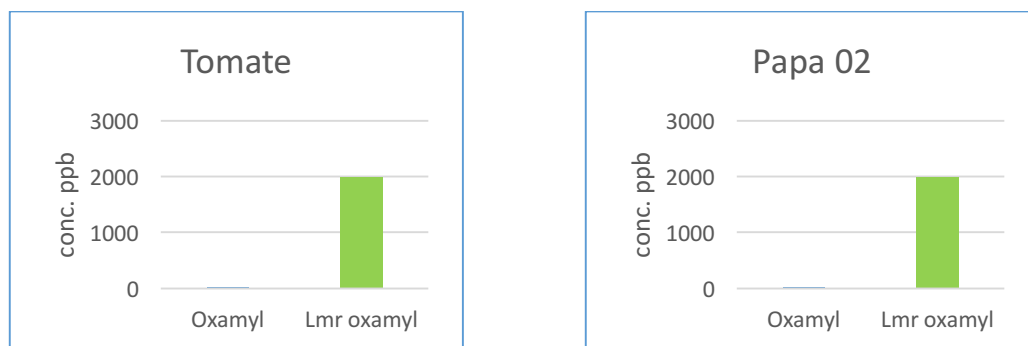
En la figura 32 se observa que solamente se identificó carbofuran, el nivel es de 0.97 ppb, el valor es inferior al límite de referencia de la norma 10 ppb, sin embargo su presencia indica el uso de este contaminante en las actividades de la zona, cuyos residuos son dispuesto en el rio sin tratamiento previo.

### 5.2.3 Carbamatos en alimentos y vegetales

Se realizó el análisis de residuos de carbamatos en los vegetales, los resultados se compararan con el REGLAMENTO (UE) 2015/399 DE LA COMISIÓN de 25 de febrero de 2015 y el Real Decreto 280/1994, Lista de límites máximos de residuos de España, debido a que en la normativa nacional no se consideran niveles de estos contaminantes en alimentos.

Figura 33. Resultados análisis de Carbamatos en alimentos rio Chibunga (RCH)





Fuente: CILABSalud

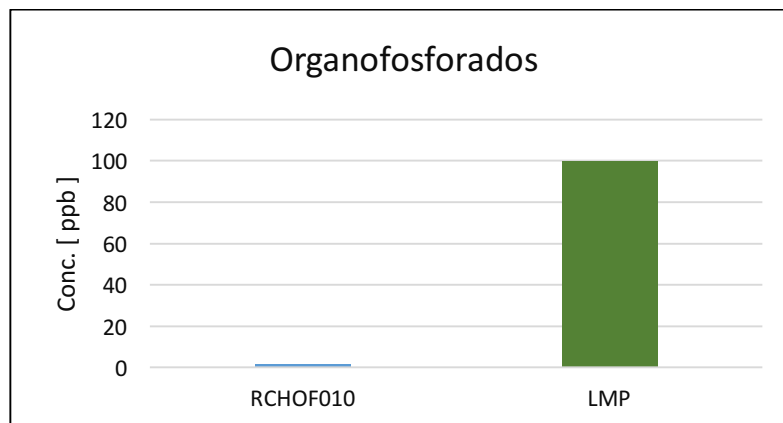
En la figura 33 se presentan los resultados de análisis en alimentos vegetales, se identificó la presencia de agrotóxicos: carbofuran, metomyl, oxamil, 3 hidroxycarbofuran y aldicarb, en diferentes muestras de frutilla, pimiento, tomate, vainita, guineo y papa, los niveles fueron bajos, no superan los límites máximos correspondientes, en perejil y vainita los límites superan la normativa aplicada, en consecuencia existe riesgo de exposición a carbamatos al consumir estos alimentos, pese a no tener fuentes puntuales de emisión de estos contaminantes.

### 5.3 Organofosforados

#### 5.3.1 Organofosforados en agua.

Se estudió la presencia de residuos de agrotóxicos organofosforados EPA 8270. OO TETF, THIONAZIN, SULFOTEP, FORATE, DIMETOATO, DISULFOTON, METIL PARATION, PARATHION, FAMFUR, utilizando como referencia el estándar EPA 8270 Organophosphorus Pesticide Mix 2, 2000 µg/mL each component in methylene chloride, analytical standard, no se identificó la presencia de estos contaminantes en el agua del río Guano, se identificó dimetoato en el río Chibunga, el nivel es bastante bajo 0.013 ppb respecto al nivel máximo 100 ppb total, de la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI, ANEXO 1, TABLA 6. Criterios de calidad admisible para aguas de uso agrícola.

Figura 34. Resultados análisis de Organofosforados en agua rio Chibunga (RCH)



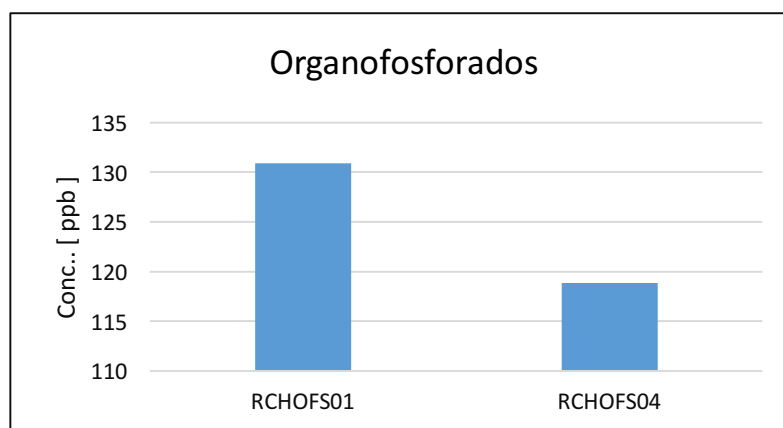
Fuente: CILABSalud

### 5.3.2 Organofosforados en sedimento.

Se estudió la presencia de residuos de agrotóxicos organofosforados EPA 8270. OO TETF, THIONAZIN, SULFOTEP, FORATE, DIMETOATO, DISULFOTON, METIL PARATION, PARATHION, FAMFUR, utilizando como referencia el estándar EPA 8270 Organophosphorus Pesticide Mix 2, 2000 µg/mL each component in methylene chloride, analytical standard, los resultados se comparan con la Tabla 3. Criterios de Remediación o Restauración del Suelo, NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS LIBRO VI ANEXO 2, debido a que en la normativa nacional no se consideran niveles de estos contaminantes en sedimentos.

En las muestras tomadas del rio Guano no se identificaron residuos de organofosforados, en la figura 35 se muestran los resultados de las muestras tomadas en el rio Chibunga, los puntos positivos corresponden al rio Chimborazo en la zona alta y a los invernaderos en la zona baja, se identificó paration 130 ppb y 118,9 ppb respectivamente, la norma de referencia no especifica el valor máximo permitido, la presencia de estos contaminantes evidencia el uso de estos en las actividades agrícolas de la zona y pueden ser incorporados a la cadena alimentaria.

Figura 35. Resultados análisis de Organofosforados en sedimento rio Chibunga (RCH)



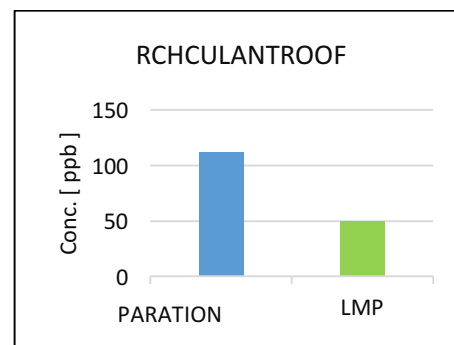
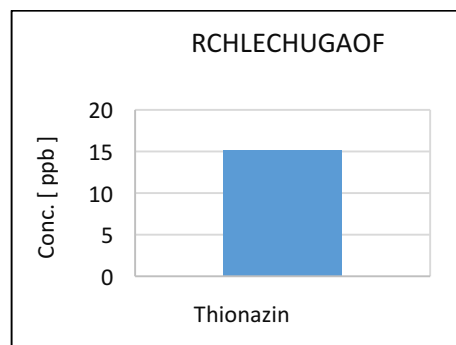
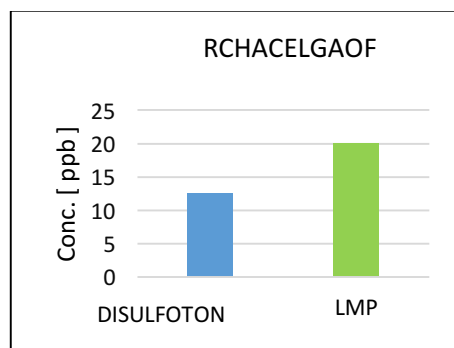
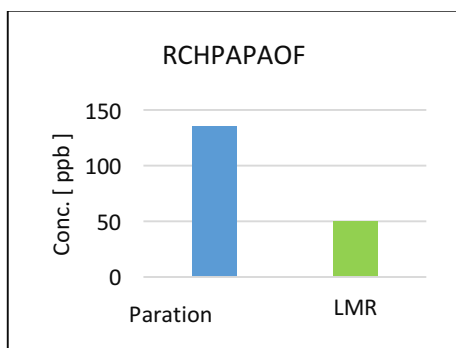
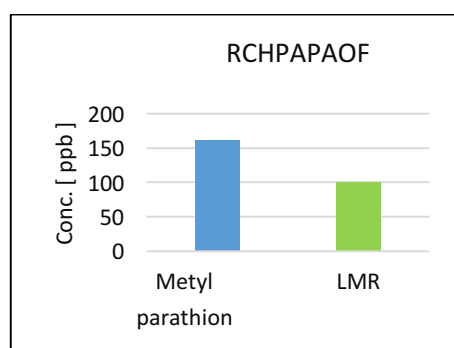
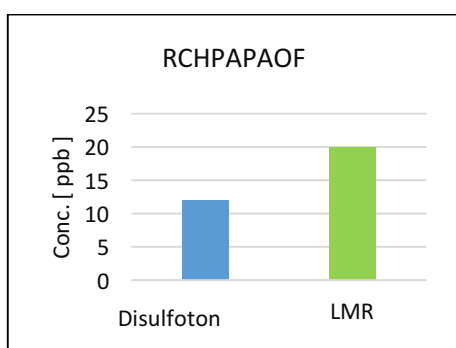
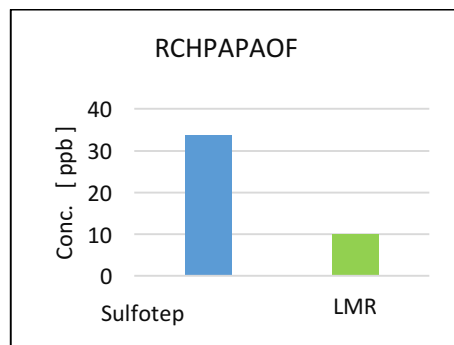
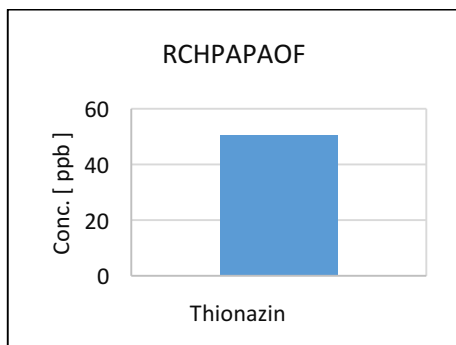
Fuente: CILABSalud

### 5.3.3 Organofosforados en alimentos.

Se estudió la presencia de residuos de agrotóxicos organofosforados EPA 8270. OO TETF, THIONAZIN, SULFOTEP, FORATE, DIMETOATO, DISULFOTON, METIL PARATION, PARATHION, FAMFUR, utilizando como referencia el estándar EPA 8270 Organophosphorus Pesticide Mix 2, 2000 µg/mL each component in methylene chloride, analytical standard, en las muestras recolectadas, los resultados se comparan con el REGLAMENTO (UE) 2015/399 DE LA COMISIÓN de 25 de febrero de 2015 y el Real Decreto 280/1994, Lista de límites máximos de residuos de España, debido a que en la normativa nacional no se consideran niveles de estos contaminantes en alimentos, no se identificó el valor de referencia para el Thionazin.

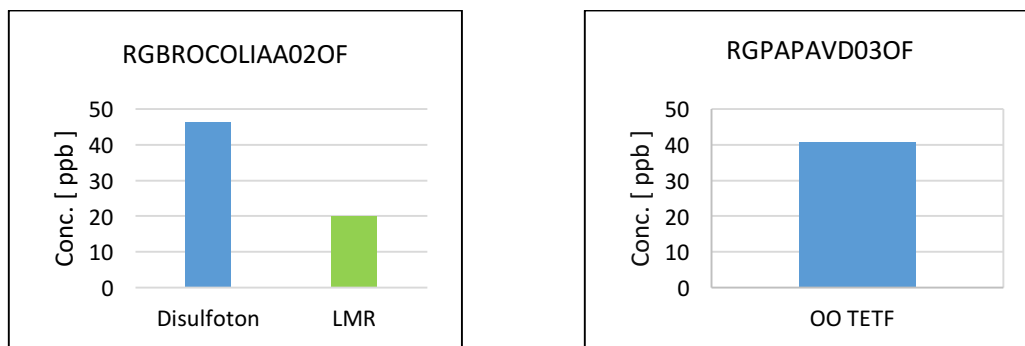
Figura 36. Resultados análisis de Organofosforados en ALIMENTOS

## RIOBAMBA





## GUANO



Fuente: CILABSalud

En la figura 36 se muestran los resultados de las muestras tomadas en Riobamba (MERCADO MAYORISTA), se encontró residuos de agrotóxicos: thionazin, sulfotep, disulfoton, metil paration y paration en papa, el disulfoton sobrepasa el límite máximo permitido por la referencia utilizada tanto en papa como en acelga, en lechuga se identificó thionazin, en culantro paration. En guano se identificó en brócoli disulfoton, ootetf, en papa, los niveles no exceden el lmr respectivo, estipulado en la norma de referencia.

La presencia de estos productos en los alimentos implica que los consumidores están potencialmente expuestos a estos, si no se toman as medidas correctivas adecuadas para evitar contaminarse. Todos los consumidores están expuestos, el origen de estos productos puede estar en dos acciones, el uso de estos en las actividades agrícolas por el modelo de producción utilizado basado en el uso de agrotóxicos, y a través del agua contaminada con estos.

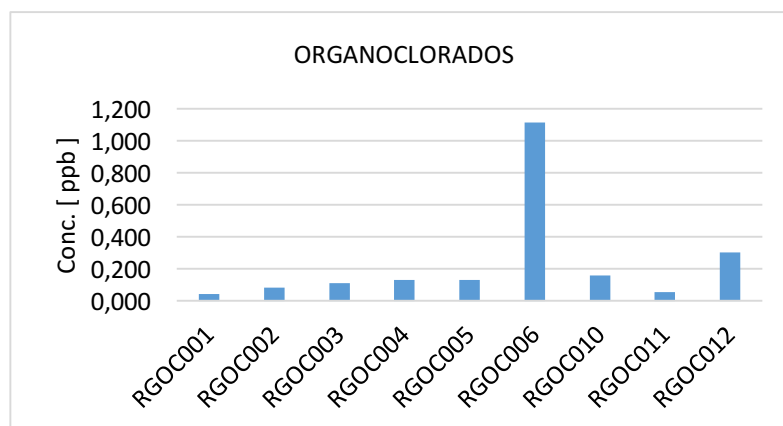
### 5.4 Organoclorados

#### 5.4.1 Organoclorados en agua

Se estudió la presencia de residuos de agrotóxicos organoclorados, utilizando como referencia el estándar EPA CLP Organochlorine Pesticide MIX certified reference material, 2000 µg/mL each component in hexane: toluene (1:1), 47426-U Supelco, en el río Chibunga se identificó la presencia de 4,4'DDE en valores menores al límite de cuantificación del equipo, en el río Guano se identificaron datos positivos de 4,4'-DDD, Dieldrin, Endrin aldehyde, 4,4'-DDE, y 4,4'-DDT algunos bajo el límite de cuantificación

y otros reportables, lo valores sin inferiores respecto al nivel máximo 200 ppb total, de la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI, ANEXO 1, TABLA 6. Criterios de calidad admisible para aguas de uso agrícola.

Figura 37. Resultados análisis de Organoclorados agua rio Guano (RG)



Fuente: CILABSalud

En la figura 37 se muestran los resultados de las muestras tomadas en el rio Guano, el valor máximo es de 1,2 ppb inferior al limites máximo permitido por la referencia utilizada de 200 ppb total, de la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI, ANEXO 1, TABLA 6. Criterios de calidad admisible para aguas de uso agrícola.

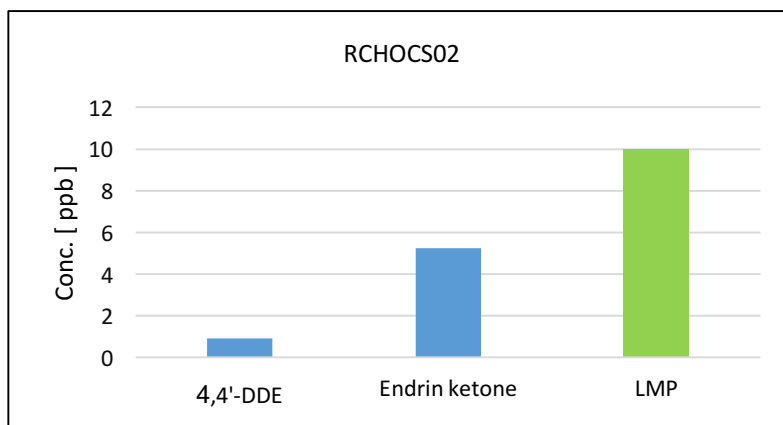
#### 5.4.2 Organoclorados en sedimento

Se estudió la presencia de organoclorados en los sedimentos, los resultados se comparan con la Tabla 3. Criterios de Remediación o Restauración del Suelo, NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS LIBRO VI ANEXO 2, debido a que en la normativa nacional no se consideran niveles de estos contaminantes en sedimentos.

En las muestras tomadas del rio Guano no se identificaron residuos de organoclorados, en la figura 38 se muestran los resultados de las muestras tomadas en el rio Chibunga, el punto positivo corresponden al puente Gatazo en la zona, se identificó la

presencia de 4,4'-DDE y Endrin ketona, los valores obtenidos son menores a lo estipulado en la norma de referencia 10 ppb por cada analito.

Figura 38. Resultados análisis de Organoclorados en sedimento rio Chibunga (RCH)



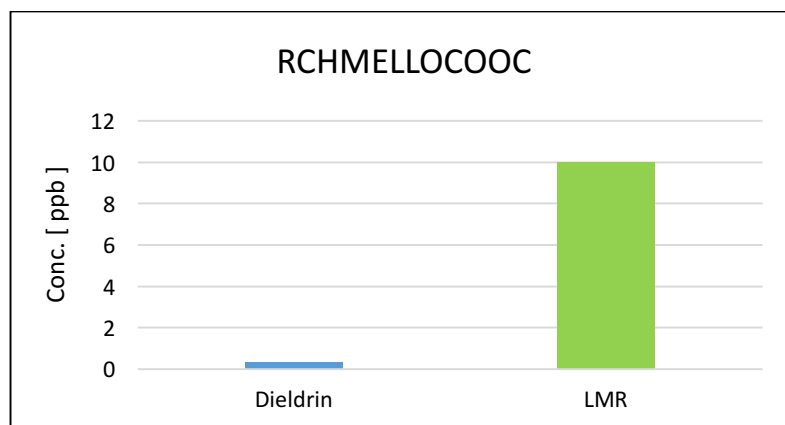
Fuente: CILABSalud

#### 5.4.3 Organoclorados en alimentos

Se estudió la presencia de residuos de agrotóxicos organoclorados, los resultados se comparan con el REGLAMENTO (UE) 2015/399 DE LA COMISIÓN de 25 de febrero de 2015 y el Real Decreto 280/1994, Lista de límites máximos de residuos de España, debido a que en la normativa nacional no se consideran niveles de estos contaminantes en alimentos, se identificó la presencia de dieldrin 0.33 ppb, valor inferior al lmr respectivo, como se muestra en la figura 39, en los alimentos de Guano no se identificó la presencia de residuos en las muestras analizadas.

Figura 39. Resultados análisis de Organoclorados en ALIMENTOS

RIOBAMBA



Fuente: CILABSalud

La presencia de estos productos en los alimentos implica que los consumidores están potencialmente expuestos a estos.

### 5.5 Parámetros físico químicos

Se realizó el análisis físico químico de las muestras de agua recolectadas tanto en el río Guano como en el río Chibunga, en la tabla 3 y 4 se presentan los datos obtenidos, los resultados se compara con la NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI ANEXO 1, tabla 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola, la determinación se la realizó utilizando un equipo HACH, MODELO DR 2800.

Varios parámetros están sobre la norma en diferentes puntos, en el río Guano, la conductividad, los sólidos totales disueltos, manganeso y cromo hexavalente, en el Río Chibunga los parámetros que están fuera de la norma son: pH, turbidez, conductividad, DQO, Manganeso, cromo hexavalente, nitrógeno amoniacal.

Los valores de estos parámetros indican que no el agua no puede ser utilizada para actividades agrícola, peor aún como fuente de agua de consumo, lamentablemente estas aguas son utilizadas en actividades de producción agrícola en la zona, también se evidenció el uso como bebedero de animales y las derivaciones a sistemas de riego.

No se identificaron fuentes puntuales de emisión de sustancias, más bien las fuentes son dispersas, existen zonas dedicadas a actividades agrícolas, especialmente en la zona baja del río Chibunga, esta zona utiliza el agua de este río en la producción, lo complicado es que esta producción llega al mercado mayorista y de aquí a la región Sierra

central, En Guano, la agricultura es dispersa y principalmente es consumo familiar, si existen excedentes se lleva al mercado.

Durante los recorridos también se identificó que los sistemas de alcantarillado descargan directamente las aguas al río, estas descargas pueden ser las fuentes de contaminación, alterando las características físico químicas.

**Tabla 3. PARAMETROS FISICO QUIMICOS RIO GUANO**

Unidad /Parámetro		Ref *	RG 001	RG 002	RG 003	RG 004	RG 005	RG 006	RG 007	RG 008	RG 009	RG 010	RG 011	RG 012	RG 013	RG 014	RG 015
	pH	entre 6 y 9	7,53	6,8	7,7	7,95	7,91	7,05	8,24	8,16	7,65	7,45	7,83	7,78	7,81	7,64	7,94
UTN	Turbidez	100	3,11	2,56	47,6	32,8	0,59	0,52	44,1	18,8	74,2	1,32	41	0,53	37,4	0,48	5,38
μS/cm	Conductividad	500	353	336	381	464	977	619	503	586	563	471	616	472	497	1240	1258
mg/L	TDS	500	183,2	177,3	202	248	528	330	268	313	301	251	326	250	428	674	678
	DQO	<4	44	78	52	51	22	59	74	59	90	31	29	7	53	3	109
	Dureza total	500	35	135	165	200	475	315	245	265	105	120	250	210	360	560	
	Alcalinidad	NI	65	120	125	180	465	180	245	285	205	165	230	160	320	525	410
	Acidez	NI	115	65	40	45	105	85	75	50	75	50	65	60	55	115	70
	Cloruros	250	35	67,5	60	75	80	55	50	85	52,5	75	75	50	62,5	107,5	100
	Cloro libre	NI	0,04	0,64	0,07	0,19	0,02	0,14	0,13	0,06	0,36	0,02	0,07	0	0,14	0,01	0,11
	Cloro total	NI	0,02	0,68	0,05	0,21	0,01	0,2	0,19	0,1	0,31	0,03	0,08	0,03	0,06	0,02	0,04
	Sulfuros	NI	0,004	0,001	0,034	0,02	0,001	0,002	0,024	0,023	0,046	0	0,009	0	0,001	0,001	0,006
	Sulfatos	400	16	15	18	15	11	48	16	18	32	20	28	20	40	46	71
	Manganeso	0,1	0,4	0,2	1,3	1,8	0,3	0,2	0,9	1,3	2,3	0,1	0,7	0,2	0,5	0,2	0,2
	Cromo Hexavalente	0,05	0,029	0,013	0,033	0,038	0,016	0,02	0,086	0,23	0,09	0,02	0,018	0,013	0,048	0,01	0,015
	Hierro	1	0,24	0,06	0,81	0,62	0,01	0	0,44	0,33	0,89	0,01	0,1	0,01	0,06	0,01	0,006
	Fósforo	NI	0,9	1,6	0,7	5,4	1,2	0,1	1	1,3	6,8	0,2	3,6	0,6	0,4	0,3	0,3
	Nitrato	10	0,8	1,5	1,6	2	0,2	1,9	1,5	1,1	1,5	1,8	1,4	1,5	1	0,2	0,2
	Nitritos	1	0,003	0,002	0,021	0,027	0	0	0,012	0,056	0,026	0,002	0,029	0,001	0,051	0,002	0,003
	Cobre	1	0,06	0,04	0,11	0,15	0,08	0,04	0,24	0,3	0,58	0,03	0,16	0,02	0,09	0,03	0,05
	Sílice	NI	39,9	49,9	51,3	42,2	39,8	37	46,9	45,9	46,5	40,5	40,7	38,2	54,4	36,3	36,7
	Nitrógeno amoniacal	1	0,02	0	0,02	0,05	0	0	0,07	0,16	0,02	0	0,02	0	0,56	0	0,06

**Tabla 4. PARAMETROS FISICO QUIMICOS RIO CHIBUNGA**

Unidad /Parámetro		Referencial *	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14
	pH	entre 6 y 9	8,03	8,33	8,37	8,59	8,99	10,11	10,16	8,97	9,12	8,59	8,3	9,02	9,36	8,95
UTN	Turbidez	100	6,09	5,49	10,1	9,13	25,7	0,89	234	16,5	2,08	169	0,32	252	252	94,6
μS/cm	Conductividad	500	559	736	610	609	626	651	647	239	580	850	546	933	961	941
Parámetros mg/L	TDS	500	292	385	318	329	342	344	343	128,2	315	459	282	502	516	510
	DQO	<4	<3	3	5	98	90	115	172	113	11	70	<3	54	56	31
	Dureza total	500	235	300	265	255	275	280	270	80	250	260	240	265	245	270
	Alcalinidad	NI	225	275	260	265	260	250	260	80	250	280	155	310	310	285
	Acidez	NI	30	45	35	25	20	35	40	30	15	85	35	95	75	85
	Cloruros	250	42,5	62,5	47,5	35	50	42,5	57,5	25	55	105	75	105	102,5	95
	Cloro libre	NI	0,05	0,05	0,12	0,07	0,24	0,18	0,61	0,07	0,24	0,63	0,04	0,04	0,05	0,04
	Cloro total	NI	0,05	0,06	0,08	0,06	0,18	0,07	0,6	0,1	0,19	0,5	0,09	0,05	0,04	0,02
	Sulfuros	NI	0,017	0,002	0,007	0,009	0,007	0,013	0,093	0,004	0,022	0,23	0,001	0,034	0,071	0,002
	Sulfatos	400	21	32	23	25	29	29	33	12	25	37	45	42	50	54
	Manganeso	0,1	0,6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	2,3	0,5	0,7	2,5	0	0,3	0,4	0,3
	Cromo Hexavalente	0,05	0,06	0,021	0,046	0,033	0,05	0,053	0,135	0,032	0,067	0,18	0,032	0,059	0,072	0,037
	Hierro	1	0,13	0,05	0,12	0,11	0,33	0,18	0,97	0,43	0,27	0,83	0,03	0,19	0,1	0,06
	Fósforo	NI	1,7	0,5	1,8	1,6	0,2	0,8	1,3	2,8	1,8	3,6	0,4	0,8	0,3	0,4
	Nitrato	10	0,6	1	0,7	0,6	0,8	0,5	1,2	0,4	0,8	1,7	1,2	0,3	0,3	1
	Nitritos	1	0,01	0,012	0,009	0,01	0,011	0,011	0,035	0,009	0,016	0,036	0,002	0,007	0,006	0,105
	Cobre	1	0,14	0,04	0,09	0,1	0,2	0,15	0,95	0,14	0,24	0,85	0,02	0,05	0,07	0,06
	Sílice	NI	33,8	26,6	31,9	30,6	32,8	33,6	54,6	20,1	30,9	65,5	37,7	50,4	49,5	34,4
	Nitrógeno amoniacal	1	0,11	0,01	0,07	0,07	0,01	0,12	0,05	<0,01	0,02	9,6	<0,01	11,6	9,4	8,6

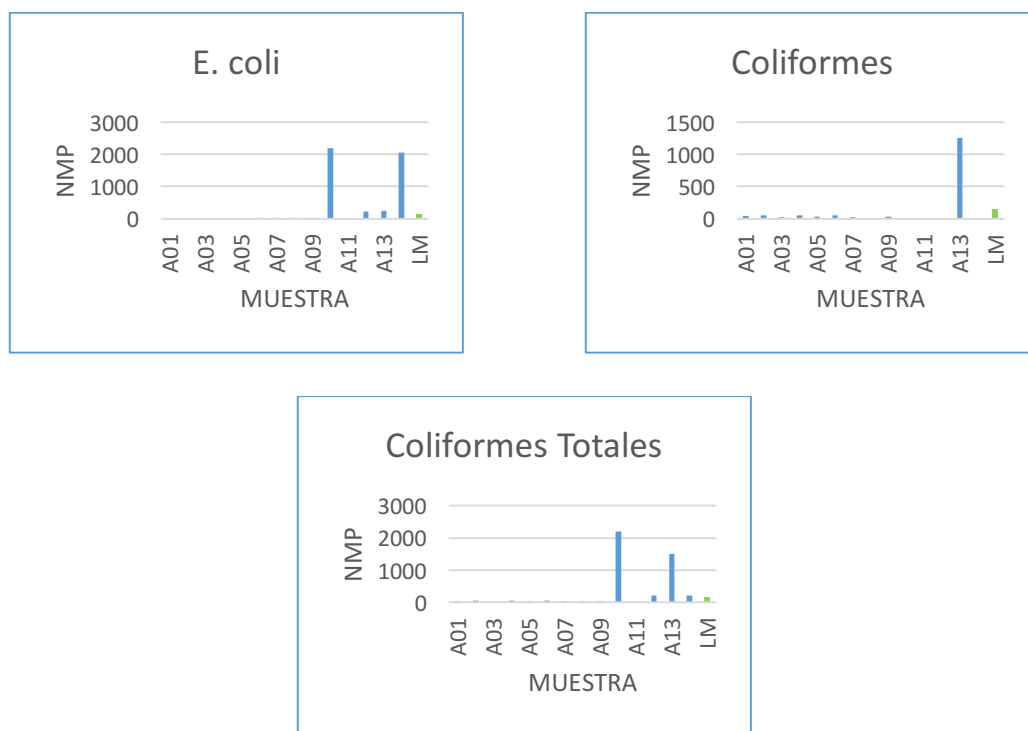
Fuente: CILABSalud

## 5.6 Microorganismos

Se realizó el análisis de microorganismos, E. coli y Coliformes de las muestras de agua recolectadas en el Chibunga y en algunos alimentos, los resultados se compara con el valor Referencial de acuerdo a la guía de interpretación 3M Placas Petrifilm, MNPC: Muy numerosas Para Contar.

### 5.6.1. Microorganismos en agua Rio Chibunga.

Figura 40. Resultados análisis de microorganismos agua, rio Chibunga (RCH)



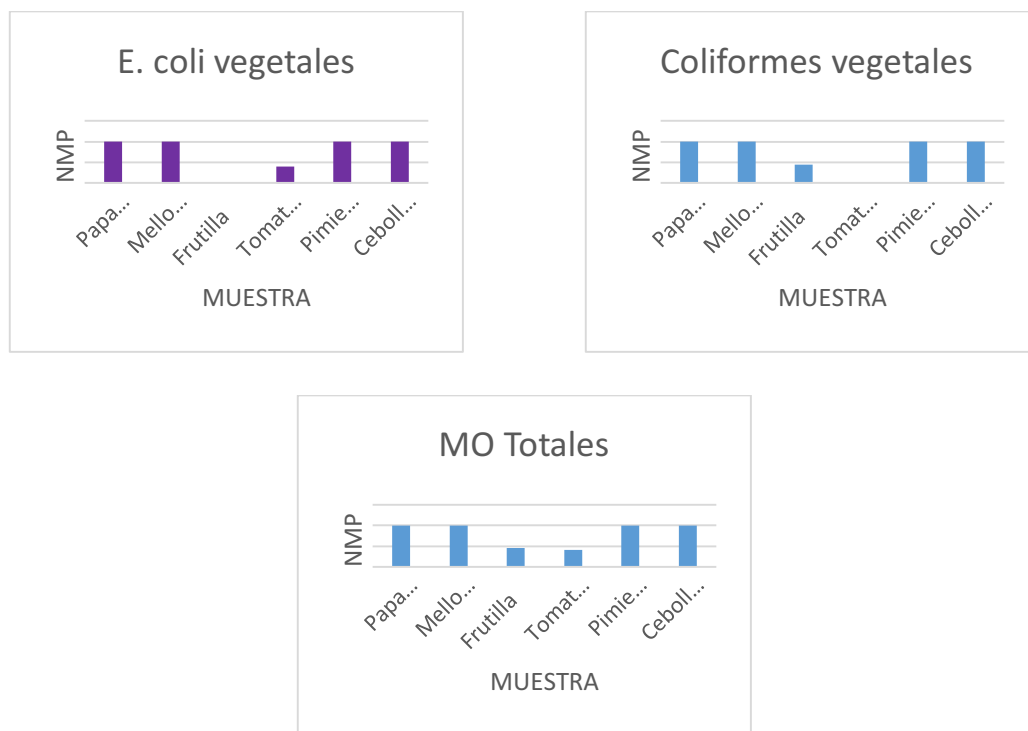
Fuente: CILABSalud

La figura 40, indica la presencia de microorganismos en todos los puntos de muestreo del rio, las muestras A10, A12, A13, y A14, presentan valores superiores a los de referencia de LM 150, la muestra A11 corresponde a agua potable de la ciudad, no dio positivo en esta prueba, se toma como referencia en el estudio.



### 5.6.2. Microorganismos en agua Rio Chibunga.

Figura 41. Resultados análisis de microorganismos en alimentos



Fuente: CILABSalud

Se estudió la presencia de microorganismo en muestras de papa, mello, frutilla, tomate, pimienta y cebolla, recolectadas en el mercado mayorista de la ciudad de Riobamba. La figura 41, indica la presencia de microorganismos en todas las muestras estudiadas, los niveles son altos a tal punto que no se pueden reportar de acuerdo a la técnica aplicada (MNPC: Muy numerosas Para Contar), en las muestras de frutilla y tomate se obtuvo los valores 4500000 y 4000000 respectivamente, el rango permitido por la técnica es entre 15 y 150.

La presencia de MO en los alimentos indica que se pueden añadir fácilmente a la dieta diaria de toda la población, si no se toman las precauciones debidas, esto significaría que la población tiene un alto nivel de exposición a estos contaminantes. No se aplicó esta prueba a todas las muestras por tratarse de un piloto.

## 6. Relaciones contaminación y autismo

La contaminación ambiental por sustancias tóxicas de origen antrópico, es un problema que debe ser tratado muy en serio, las autoridades, industria y comunidad, están obligados a tomar su parte de responsabilidad en la solución a esta problemática, Las actividades industriales han generado daños importantes en la salud y los ecosistemas, la población se expone a agrotóxicos, metales pesados, carbón o de otros minerales; provocando daños irreversibles, incluso llegando a provocar discapacidades. Por ejemplo el plomo en los niños incide en el aprendizaje, también causa hiperactividad, afectando su autoestima, presentan conflictos sociales, y alteraciones emocionales entre otras.

Una madre en estado de gestación al exponerse a estas sustancias tiene una alta probabilidad de que su niño presente estos problemas, si su vida se desenvuelve en un medio no protector, trabajos que demandan desgaste físico o psicológico, mala alimentación, etc. Los efectos pueden llegar a ser mucho más drásticos, pudiendo llegar incluso a la muerte del bebé, La relación directa con las sustancias tóxicas en sus actividades diarias, también es un aspecto que se debe tomar en cuenta, en muchos casos, la falta de servicios básicos como, el acceso a agua segura, provoca la exposición a estas sustancias por vía directa, al consumir el agua disponible sin saber si el agua es apta para el consumo o no, pero lamentablemente es la única que tienen acceso para su consumo y el de los animales.

Estudios realizados indican relaciones entre exposición a sustancias tóxicas y desarrollo de TEA, específicamente con agrotóxicos y metales pesados, pero se debe considerar los niveles de concentración de las sustancias estudiadas, el tiempo de exposición, así como las características de los individuos expuestos, los trabajos reportan exposición a concentraciones elevadas de estas sustancias, en algunos casos sobre los niveles de tolerancia determinados por la OMS, por largo tiempo, a distancias determinadas del foco de contaminación, y condiciones específicas de los expuestos como mujeres en estado de gestación.

En las zonas estudiadas no se identificaron focos de contaminación puntuales y con altas concentraciones de emisión, todas las descargas se conducen a los ríos sin recibir

tratamientos previos, los ríos reciben descargas de industrias y de la población, se determinó presencia de sustancias tóxicas en diferentes puntos del río, presentando valores elevados en las zonas bajas, estas zonas se caracterizan por las actividades agrícolas, los productos obtenidos son comercializados en toda la región, permitiendo el ingreso de estos contaminantes a la cadena alimentaria, exponiendo a todos los consumidores, por lo que no se hace muy difícil discernir si la prevalencia de casos de TEA tiene estrecha relación con la exposición a sustancias tóxicas. Pero como se indicó anteriormente, la provincia presenta un nivel considerable de casos de discapacidad, que probablemente si estén relacionados con la exposición a sustancias tóxicas presentes en el agua y los alimentos, este es un punto de partida para nuevas investigaciones.

Hay que considerar que el proceso salud – enfermedad no se determina con una relación directa entre sustancia tóxica y sus efectos, existen muchos aspectos que se deben considerar en este proceso, principalmente que es un proceso colectivo, la presencia de procesos protectores y destructivos de la salud, los patrones de consumo predominantes, y como se establece la relación sociedad - naturaleza (Breilh, 2013, 22-24). En este caso se trata de poblaciones que no cuentan con servicios básicos, los sistemas de salud no están en las condiciones y de salud, el modelo de producción está centrado en el uso de sustancias químicas como agrotóxicos, sus actividades dependen fundamentalmente de las fuentes de agua de los alrededores, los ríos abastecen los canales de riego que son utilizados en la agricultura, los niveles de ingreso son bajos y las jornadas de trabajo son largas, la agricultura se la realiza como una actividad de subsistencia, pero con el uso de productos químicos, los niveles de pobreza alcanzan un 50%. En el proceso salud – enfermedad es muy importante considerar las relaciones e interacciones que se desarrollan en la actividad humana, éstas son una base para la producción del proceso salud – enfermedad en el hombre, por lo que se hace necesario ampliar la investigación en este campo para el caso del TEA y la contaminación por sustancias tóxicas (Araujo, 1996, 171-173).

## 7. Límites

Las principales limitaciones para la realización de esta investigación fueron la dificultad de contacto con las autoridades locales para poder realizar el muestreo en los ríos, lo que represento retrasos considerables en la ejecución del proyecto. El bajo presupuesto que se dispone, debido al alto costo de los análisis, limita el número de muestras, y los costos del transporte y logística tanto para la toma de muestras como para los investigadores.

El muestreo de alimentos en los hogares en los que se presentan casos de TEA, también fue un obstáculo, ya que en Guano existen pocos casos y se demoró mucho tiempo hasta conseguir la participación, en Riobamba no se tomaron muestras de alimentos en hogares con casos de TEA.

No se pudo acceder a muestras de personas que presentan TEA, por falta de presupuesto para el procesamiento de las muestras la dificultad de acceso a las mismas.

## 8. Recomendaciones.

Establecer relaciones estrechas con las diferentes organizaciones que se interesan en los temas de contaminación ambiental y autismo, a fin de tener acceso a la información necesaria, para poder ampliar y difundir el conocimiento adquirido.

Se debe establecer contactos con organización y familias en las que se presenten casos de TEA y establecer estrategias para incorporarlas a estudios relacionados.

Continuar con los estudios de exposición de a sustancias toxicas y su relación con el TEA, pero ampliarlo a zonas en la que se pueda identificar fuentes puntuales de emisión con cargas contaminantes considerables y población afectada.

Procurar el acceso a muestras de personas que presentan TEA, para poder analizar la presencia de contaminantes y si existen algunas evidencias de daño celular.

## 9. Conclusiones.

Los ríos Guano y Chibunga son utilizados como receptores de descargas urbanas y de las diferentes actividades económicas de la zona estudiada. Se identificó la presencia de AGROTOXICOS, METALES PESADOS en concentraciones bajas y MICROORGANISMOS en altas concentraciones, algunos parámetros físicos químicos están fuera de norma.

En agua se identificó metales pesados; As, Cd, Cu, Cr y Hg en el río Chibunga, y As, Cd, Cr, Hg y Pb en el río Guano, en bajas concentraciones, en sedimento se identificó la presencia de Cr y Pb también en bajas concentraciones.

En alimentos de Riobamba, se identificó la presencia de Cd en todas las muestras estudiadas, incluso en concentraciones mayores a límite máximo residual expresado en la norma de referencia, inclusive 4 veces superior, otros elementos también fueron identificados pero en concentraciones inferiores; As, Pb, Cu, Cr, en diferentes alimentos.

En Guano se identificó; Cd en papa, cebolla y brócoli, en concentraciones bajas, también se identificó As, Cu, Cr y Pb en concentraciones bajas.

Los carbamatos; carbofuran, aldicarb, carbaryl, y propoxur (Baygon), fueron identificados en el agua de los dos ríos, en el sedimento del río Chibunga se identificó carbofuran.

En los alimentos se identificó; carbofuran, metomyl, oxamil, 3 hidroxí carbofuran y aldicarb, en diferentes muestras frutilla, pimiento, tomate, vainita, guineo y papa, los niveles fueron bajos, no superan los límites máximos correspondientes, en perejil y vainita los límites superan la normativa aplicada.

En el agua del río Chibunga se identificó dimetotato, agrotóxicos organofosforados, en concentraciones bajas, y paration en valores bajos, no se identificó estos contaminantes en el río Guano.

En los alimentos se encontró residuos de agrotóxicos: thionazin, sulfotep, disulfoton, metil paration y paration en papa, el disulfoton sobrepasa el límite máximo

permitido por la referencia utilizada tanto en papa como en acelga, en lechuga se identificó thionazin, en culantro paration. En guano se identificó en brócoli disulfoton, ootetf, en papa, los niveles no exceden el lmr respectivo.

En el río Chibunga se identificó la presencia de 4,4'DDE en valores menores al límite de cuantificación del equipo, en el río Guano se identificaron datos positivos de 4,4'-DDD, Dieldrin, Endrin aldehyde, 4,4'-DDE, y 4,4'-DDT algunos bajo el límite de cuantificación y otros reportables, los valores son inferiores respecto al lmr reportado en la norma correspondiente, en sedimento se identificó la presencia de dieldrin 0.33 ppb, en el río Chibunga, el valor es inferior al lmr respectivo, no se identificó residuos en el sedimento del río Guano.

En los alimentos la presencia de dieldrin en el melloco., valor inferior al lmr respectivo de la norma de referencia.

Las aguas son utilizadas en diferentes actividades de la zona, principalmente agrícolas, entonces pese a que los niveles bajos de las sustancias encontradas, estas pueden ser incorporados a la cadena trófica mediante los alimentos, lo que se ratifica al identificar su presencia en los alimentos, pocos son los alimentos que no presentan estos contaminantes en diferentes concentraciones, los metales pesados son considerados como sustancias tóxicas ya que inclusive en bajos niveles pueden causar afecciones a la salud humana a largo plazo (efectos crónicos).

Al consumir alimentos y utilizar el agua contaminados, toda la población está expuesta, pero sus efectos serán evidentes a largo plazo, por lo que se debe tomar muy en cuenta en el nivel de discapacidad existente en la zona.

Luego de realizar esta investigación piloto se puede concluir que hace falta la investigación en este tema.

## 10. Referencias bibliográficas

- Abdullah, Maryam, K. Alison Clarke-Stewart, Tony J. Chan, Agnes R. Ly, Erin E. Kent, Wendy A. Goldberg, John V. Dudgeon, Andrew Z. Mason. 2011. Heavy Metal in Children's Tooth Enamel: Related to Autism and Disruptive Behaviors?
- Araujo, Rafael. Radamés Borroto Cruz. 1996. El abordaje de la determinación del proceso salud-enfermedad. CIENCIA ERGO SUM. Vol.3, Número dos. Julio 1996. 170 – 176.
- Breilh, Jaime. 2013. La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva). Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2013; 31(supl 1): S13-S27.
- Carneiro, Fernando. 2015. Dossier ABRASCO: Alerta sobre los impactos de los agrotóxicos en salud. Río de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expresión Popular.
- Eskenazi et al. (2007) and Rauh et al. (2006) reported that cases of ASD had higher OP metabolites during early- to mid-pregnancy. Other case-control studies reported that exposure to imidacloprid through the consistent use of flea/tick pet treatment throughout pregnancy period was associated with ASD (Kalkbrenner et al., 2014; Keil et al., 2014).
- Fuentes J, Bakare M, Munir K, Aguayo P, Gaddour N, Öner Ö. (2017). “Trastornos del Espectro del Autismo” (Prieto-Tagle MF, ed., Fuentes, J. rev). En Rey JM (ed), Manual de Salud Mental Infantil y Adolescente de la IACAPAP. Ginebra: Asociación Internacional de Psiquiatría del Niño y el Adolescente y Profesiones Afines.
- Grandjean, Philippe, Philip J Landrigan. 2014. Neurobehavioural effects of developmental toxicity. Lancet Neurol 2014; 13: 330–38. Disponible en [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70278-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70278-3).
- Kajta, Matgorzata. Anna K. Wójtowicz. 2013. Impact of endocrine-disrupting chemicals on neural development and the onset of neurological disorders. Pharmacological Reports 2013, 65, 1632 - 1639. Disponible en [http://www.if-pan.krakow.pl/pjp/pdf/2013/6\\_1632.pdf](http://www.if-pan.krakow.pl/pjp/pdf/2013/6_1632.pdf).

- Kalkbrenner, Amy. Rebecca J. Schmidt. And Annie C. Penlesky. 2014. Environmental Chemical Exposures and Autism Spectrum Disorders: A Review of the Epidemiological Evidence. *Curr Probl PediatrAdolesc Health Care*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cppeds.2014.06.001>.
- Rodríguez, Dunia. 2017. Intoxicación ocupacional por metales pesados, ARTÍCULO DE REVISIÓN, *MEDISAN* 2017; 21(12):3372.
- Rzhetsky A, Bagley SC, Wang K, Lyttle CS, Cook EH Jr, et al. (2014) Environmental and State-Level Regulatory Factors Affect the Incidence of Autism and Intellectual Disability. *PLoS Comput Biol* 10(3): e1003518. doi:10.1371/journal.pcbi.1003518.
- Shelton Janie, Estella M. Geraghty, Daniel J. Tancredi, Lora D. Delwiche, Rebecca J. Schmidt, Beate Ritz, Robin L. Hansen, and Irva Hertz-Picciotto. 2014. Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides: the CHARGE study. *Environ Health Perspect* 122:1103–1109; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307044>.
- Shelton et al. (2014) compared 486 cases of ASD and 316 controls, and found an association with OP exposure and ASD, which strengthened later in pregnancy for mothers living within 1.75 km from the agricultural use of OP during their third trimester. They also found increased exposure to pyrethroids in patients with ASD.